

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-109221

(43)Date of publication of application : 23.04.1999

(51)Int.Cl. G02B 9/62

(21)Application number : 09-281459

(71)Applicant : FUJI PHOTO OPTICAL CO LTD

(22)Date of filing : 29.09.1997

(72)Inventor : MORI MASAO

## (54) GAUSS TYPE LENS FOR READING COLOR IMAGE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To effectively compensate axial chromatic aberration in a low magnification lens and to attain high performance in a wide wavelength area by specifying a distance between lenses, the radius of curvature of a concave surface and balance between refractive power and anomalous dispersibility.

SOLUTION: This Gauss type lens where 1st to 6th lenses are arranged in this order from an object side and a diaphragm is arranged between the 3rd and the 4th lenses and which is composed of six lenses is constituted to satisfy expressions I to VII. In the expressions,  $\nu_2$  and  $\nu_5$  mean the  $\nu$  values of the 2nd and the 5th lenses to a d-line,  $\delta\theta_2$  and  $\delta\theta_5$  mean the anomalous dispersibility of the 2nd and the 5th lenses. R5 means the radius of curvature of the surface of the 3rd lens on an image side, R1, R3 and R6 mean the radii of curvature of the surfaces of the 1st, the 2nd and the 4th lenses on the object side, R8 and R10 mean the radii of curvature of the surfaces of the 5th and 6th lenses on the image side. D5 means the distance between the 3rd and the 4th lenses. (f) is the focal distance of a lens entire system,  $\phi_i$  is the refractive power of the i-th lens and  $\delta\theta_i$  the anomalous dispersibility of the i-th lens.

$$0.6 < \nu_2, \nu_5 \quad \text{I}$$

$$0.02 < \delta\theta_2, \delta\theta_5 < 0.004 \quad \text{II}$$

$$1.5 \cdot R_5 < (R_1 + R_3) / 2 < 2.6 \cdot R_5 \quad \text{III}$$

$$1.5 \cdot R_5 < (R_1 + R_3) / 2 < 3.0 \cdot R_5 \quad \text{IV}$$

$$0.10 < D_5 / f < 0.25 \quad \text{V}$$

$$0.82 < R_5 / |R_1| < 1.3 \quad \text{VI}$$

$$0.005 < 2 < 2(\phi_1 - \delta\theta_1) < 0.0045 \quad \text{VII}$$

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-109221

(43)公開日 平成11年(1999) 4月23日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

G 0 2 B 9/62

G 0 2 B 9/62

審査請求 未請求 請求項の数 4 F D (全 22 頁)

(21)出願番号 特願平9-281459

(22)出願日 平成9年(1997) 9月29日

(71)出願人 000005430

富士写真光機株式会社

埼玉県大宮市植竹町 1 丁目324番地

(72)発明者 森 将生

埼玉県大宮市植竹町 1 丁目324番地 富士

写真光機株式会社内

(74)代理人 弁理士 川野 宏

(54)【発明の名称】 カラー画像読み取り用ガウス型レンズ

(57)【要約】

【目的】 カラー画像、カラー原稿、あるいはネガフィルムやポジフィルムの読み取り用のカラー画像読み取り用ガウス型レンズにおいて、 $-1/2.5X \sim -1/1.25X$ という低倍率での使用に適し、特に軸上色収差を効果的に補正し、広い波長域で高い性能を有したレンズを提供する。

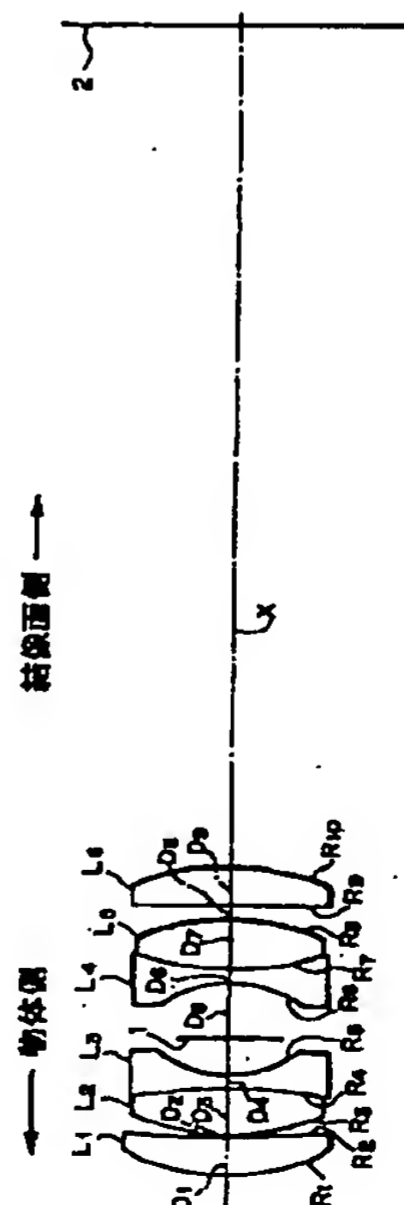
【解決手段】 物体側より順に、2枚の凸レンズ、2枚の凹レンズ、および2枚の凸レンズが配され、2枚の凹レンズの間に絞りが配されている6枚構成のガウス型レンズにおいて、特に下記条件式を満足し、異常分散性を有する硝材を適切に配置すること、および2枚の凹レンズに適切な空気間隔をとることにより屈折力の大きいレンズを用いるようにしたこと、特に軸上色収差を効果的に補正し、広い波長域で高い性能を確保する。

$0.10 < D_3 / f < 0.23$  ..... (5)  $0.82 < R_6 / |R_8| < 1.3$

..... (6)

$0.0012 < \sum (\phi_i \cdot \delta \theta_i) < 0.0045$  ..... (7) ただし  $\phi$  :

屈折力,  $\delta \theta$  : 異常分散性



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 物体側より、凸レンズからなる第1レンズおよび第2レンズ、凹レンズからなる第3レンズおよび第4レンズ、凸レンズからなる第5レンズおよび第6レンズがこの順に配列されてなり、該第3レンズと該第\*

$$\begin{aligned} 6.5 < \nu_2, \nu_5 & \dots\dots\dots (1) \\ \delta\theta_2, \delta\theta_5 > 0.004 & \dots\dots\dots (2) \\ 1.5 \cdot R_3 < (R_1 + R_2) / 2 < 2.6 \cdot R_1 & \dots\dots\dots (3) \\ 1.5 \cdot R_6 < (R_4 + R_{10}) / 2 < 3.0 \cdot R_4 & \dots\dots\dots (4) \\ 0.10 < D_3 / f < 0.23 & \dots\dots\dots (5) \\ 0.82 < R_3 / |R_6| < 1.3 & \dots\dots\dots (6) \\ 0.0012 < \Sigma(\phi_i \cdot \delta\theta_i) < 0.0045 & \dots\dots\dots (7) \end{aligned}$$

ただし、

$\nu_2$  : 第2レンズのd線に対する $\nu$ 値  
 $\nu_5$  : 第5レンズのd線に対する $\nu$ 値  
 $\delta\theta_2$  : 第2レンズの異常分散性  
 $\delta\theta_5$  : 第5レンズの異常分散性  
 $R_3$  : 第3レンズの像側の面の曲率半径  
 $R_1$  : 第1レンズの物体側の面の曲率半径  
 $R_2$  : 第2レンズの物体側の面の曲率半径  
 $R_4$  : 第4レンズの物体側の面の曲率半径  
 $R_6$  : 第5レンズの像側の面の曲率半径

$$\begin{aligned} 3.5 < \nu_N < 5.0 & \dots\dots\dots (8) \\ \delta\theta_N < -0.004 & \dots\dots\dots (9) \end{aligned}$$

ただし、Nを前記第3レンズおよび前記第4レンズのうち条件式(8)および(9)を満足するレンズの番号としたとき、

$\nu_N$  : 第Nレンズのd線に対する $\nu$ 値  
 $\delta\theta_N$  : 第Nレンズの異常分散性

$$\delta\theta_N < -0.002 \quad \star \dots\dots\dots (10)$$

ただし、Pを前記第1レンズおよび前記第6レンズのうち条件式(10)を満足するレンズの番号としたとき、

$\delta\theta_P$  : 第Pレンズの異常分散性

【請求項4】 物体側より順に、凸レンズからなる第1レンズおよび第2レンズ、凹レンズからなる第3レンズおよび第4レンズ、凸レンズからなる第5レンズおよび第6レンズがこの順に配列されてなり、該第3レンズと☆

$$\begin{aligned} 3.5 < \nu_3, \nu_4 < 5.0 & \dots\dots\dots (11) \\ \delta\theta_3, \delta\theta_4 < -0.01 & \dots\dots\dots (12) \\ 1.5 \cdot R_3 < (R_1 + R_2) / 2 < 2.6 \cdot R_1 & \dots\dots\dots (3) \\ 1.5 \cdot R_6 < (R_4 + R_{10}) / 2 < 3.0 \cdot R_4 & \dots\dots\dots (4) \\ 0.10 < D_3 / f < 0.23 & \dots\dots\dots (5) \\ 0.82 < R_3 / |R_6| < 1.3 & \dots\dots\dots (6) \\ 0.0012 < \Sigma(\phi_i \cdot \delta\theta_i) < 0.0045 & \dots\dots\dots (7) \\ \delta\theta_N > 0.0 & \dots\dots\dots (13) \end{aligned}$$

ただし、

$\nu_3$  : 第3レンズのd線に対する $\nu$ 値  
 $\nu_4$  : 第4レンズのd線に対する $\nu$ 値  
 $\delta\theta_3$  : 第3レンズの異常分散性  
 $\delta\theta_4$  : 第4レンズの異常分散性

\* 4レンズの間に絞りを配された、6枚のレンズから構成されるガウス型レンズにおいて、以下の条件式(1)～(7)を満足するように構成されていることを特徴とするカラー画像読み取り用ガウス型レンズ。

※  $R_{10}$  : 第6レンズの像側の面の曲率半径

$D_3$  : 第3レンズと第4レンズの空気間隔

$f$  : レンズ全系の焦点距離

$\phi_i$  : 第iレンズの屈折力(ただし  $i = 1 \sim 6$ )

$\delta\theta_i$  : 第iレンズの異常分散性(ただし  $i = 1 \sim 6$ )

【請求項2】 前記第3レンズおよび前記第4レンズのうち少なくとも1枚が、以下の条件式(8)および(9)を満足するように構成されていることを特徴とする請求項1記載のカラー画像読み取り用ガウス型レンズ。

$$\dots\dots\dots (8)$$

$$\dots\dots\dots (9)$$

★【請求項3】 前記第1レンズおよび前記第6レンズのうち少なくとも1枚が、以下の条件式(10)を満足するように構成されていることを特徴とする請求項1または2記載のカラー画像読み取り用ガウス型レンズ。

$$\dots\dots\dots (10)$$

☆該第4レンズの間に絞りを配された、6枚のレンズから構成されるガウス型レンズにおいて、以下の条件式(3)～(7)、(11)および(12)を満足し、かつ前記第1レンズ、前記第2レンズ、前記第5レンズ、前記第6レンズのうちの1枚以上のレンズが、以下の条件式(13)を満足するように構成されていることを特徴とするカラー画像読み取り用ガウス型レンズ。

$$\dots\dots\dots (11)$$

$$\dots\dots\dots (12)$$

$$\dots\dots\dots (3)$$

$$\dots\dots\dots (4)$$

$$\dots\dots\dots (5)$$

$$\dots\dots\dots (6)$$

$$\dots\dots\dots (7)$$

$$\dots\dots\dots (13)$$

$R_3$  : 第3レンズの像側の面の曲率半径

$R_1$  : 第1レンズの物体側の面の曲率半径

$R_2$  : 第2レンズの物体側の面の曲率半径

$R_4$  : 第4レンズの物体側の面の曲率半径

50  $R_6$  : 第5レンズの像側の面の曲率半径

$R_{10}$  : 第6レンズの像側の面の曲率半径  
 $D_3$  : 第3レンズと第4レンズの空気間隔  
 $f$  : レンズ全系の焦点距離  
 $\phi_i$  : 第*i*レンズの屈折力(ただし*i* = 1~6)  
 $\delta\theta_i$  : 第*i*レンズの異常分散性(ただし*i* = 1~6)  
 また、 $M$ を前記第1レンズ、前記第2レンズ、前記第5  
 レンズおよび前記第6レンズのうち条件式(13)を満  
 足するレンズの番号としたとき、  
 $\delta\theta_M$  : 第*M*レンズの異常分散性

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、カラー画像やカラ  
 ー原稿読み取り用のガウス型レンズに関し、特にネガフ  
 ィルム、ポジフィルムの画像を倍率 $-1/2.5X \sim -1/1.25X$ の低倍率の範囲で読み込むために有用  
 な、カラー原稿読み取り用ガウス型レンズに関するもの  
 である。

【0002】

【従来の技術】近年、ミニラボあるいはデジタルラボと  
 称される現像機が普及している。これは、フィルムから  
 紙に直接焼き付けるのではなく、レンズを利用してフ  
 ィルム画像を縮小し一度CCDのような固体撮像素子上に  
 画像を取り込んでいろいろな処理をできるようにしてか  
 ら、レーザー等を利用して紙に印刷するようにしたもの  
 である。このような現像機において、固体撮像素子上に  
 結像させるための画像読み取り光学系は、受光素子が高  
 密度化されているために、高解像度を有するものが求めら  
 れている。

【0003】また、カラー原稿を読み取る場合には広い  
 波長域で良好な画像を得ることが必要であり、青、緑、  
 赤の3波長帯で倍率や解像度といった性能が同程度に高  
 く保たれていることが望ましい。具体的には、各色とも  
 色収差を小さくし、中心から周辺までの結像点を高コン  
 トラストでそろえるように補正されていることが必要と  
 なる。

【0004】色収差を補正するためには、一般にレンズ  
 硝材に異常分散性を有するものが用いられている。な \*

$$65 < \nu_2, \nu_5 \dots\dots\dots (1)$$

$$\delta\theta_2, \delta\theta_5 > 0.004 \dots\dots\dots (2)$$

$$1.5 \cdot R_3 < (R_3 + R_4) / 2 < 2.6 \cdot R_3 \dots\dots\dots (3)$$

$$1.5 \cdot R_6 < (R_6 + R_{10}) / 2 < 3.0 \cdot R_6 \dots\dots\dots (4)$$

$$0.10 < D_3 / f < 0.23 \dots\dots\dots (5)$$

$$0.82 < R_3 / |R_6| < 1.3 \dots\dots\dots (6)$$

$$0.0012 < \Sigma(\phi_i \cdot \delta\theta_i) < 0.0045 \dots\dots\dots (7)$$

ただし、

$\nu_2$  : 第2レンズのd線に対する $\nu$ 値

$\nu_5$  : 第5レンズのd線に対する $\nu$ 値

$\delta\theta_2$  : 第2レンズの異常分散性

$\delta\theta_5$  : 第5レンズの異常分散性

$R_3$  : 第3レンズの像側の面の曲率半径

\* お、色収差の補正を試みたガウス型レンズとしてはこれ  
 までに特開昭57-108817号公報、特開昭62-  
 94810号公報、特開平2-124507号公報、特  
 開平4-163508号公報、特開平4-311912  
 号公報に記載されたものが知られている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記公  
 報記載のレンズは、いずれも軸上色収差補正量の絶対値  
 が不足していたり、使用倍率が $-1/10X \sim -1/5$   
 10  $X$ と比較的高い倍率で使用されるに適するレンズであ  
 り、低倍率での使用においては高い性能を満足すること  
 ができないという問題がある。この問題は、軸上色収差  
 の発生量( $\Delta S$ )が、レンズの焦点距離 $f$ と結像倍率 $\beta$   
 ( $\beta < 0$ )とに関し $\Delta S = \gamma(1 - \beta)^2 \cdot f$ (ただ  
 し、 $\gamma$ は定数)の関係があり、焦点距離 $f$ が長くなる  
 か、または結像倍率 $\beta$ の絶対値 $|\beta|$ が大きくなるほど  
 その発生量が大きくなることに起因する。

【0006】本発明は、このような事情に鑑みなされた  
 ものであり、カラー画像やカラー原稿の読み取りや、特  
 20 にネガフィルムやポジフィルムの読み取り用の、使用倍  
 率が $-1/2.5X \sim -1/1.25X$ という低倍率で  
 使われるレンズにおいて、特に軸上色収差を効果的に補  
 正し、広い波長域で高い性能を発揮し得るカラー画像読  
 み取り用ガウス型レンズを提供することを目的とするも  
 のである。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明に係るカラー画像  
 読み取り用ガウス型レンズは、物体側より、凸レンズか  
 らなる第1レンズおよび第2レンズ、凹レンズからなる  
 30 第3レンズおよび第4レンズ、凸レンズからなる第5レ  
 ンズおよび第6レンズがこの順に配列されてなり、該第  
 3レンズと該第4レンズの間に絞りを配された、6枚の  
 レンズから構成されるガウス型レンズにおいて、以下の  
 条件式(1)~(7)を満足するように構成されている  
 ことを特徴とするものである。

【0008】

$R_1$  : 第1レンズの物体側の面の曲率半径

$R_2$  : 第2レンズの物体側の面の曲率半径

$R_6$  : 第4レンズの物体側の面の曲率半径

$R_5$  : 第5レンズの像側の面の曲率半径

$R_{10}$  : 第6レンズの像側の面の曲率半径

50  $D_3$  : 第3レンズと第4レンズの空気間隔

$f$  : レンズ全系の焦点距離  
 $\phi_i$  : 第  $i$  レンズの屈折力 (ただし  $i = 1 \sim 6$ )  
 $\delta\theta_i$  : 第  $i$  レンズの異常分散性 (ただし  $i = 1 \sim 6$ )  
 【0009】また、前記第3レンズおよび前記第4レン\*

$$35 < \nu_n < 50 \quad \dots\dots (8)$$

$$\delta\theta_n < -0.004 \quad \dots\dots (9)$$

ただし、Nを前記第3レンズおよび前記第4レンズのうち条件式(8)および(9)を満足するレンズの番号としたとき、

$\nu_n$  : 第Nレンズのd線に対する $\nu$ 値

$$\delta\theta_n < -0.002$$

ただし、Pを前記第1レンズおよび前記第6レンズのうち条件式(10)を満足するレンズの番号としたとき、

$\delta\theta_p$  : 第Pレンズの異常分散性

【0011】また、本発明に係るカラー画像読み取り用ガウス型レンズは、物体側より順に、凸レンズからなる第1レンズおよび第2レンズ、凹レンズからなる第3レンズおよび第4レンズ、凸レンズからなる第5レンズおよび第6レンズがこの順に配列されてなり、該第3レン★

$$35 < \nu_3, \nu_4 < 50 \quad \dots\dots (11)$$

$$\delta\theta_3, \delta\theta_4 < -0.01 \quad \dots\dots (12)$$

$$1.5 \cdot R_3 < (R_1 + R_2) / 2 < 2.6 \cdot R_1 \quad \dots\dots (3)$$

$$1.5 \cdot R_6 < (R_5 + R_{10}) / 2 < 3.0 \cdot R_6 \quad \dots\dots (4)$$

$$0.10 < D_3 / f < 0.23 \quad \dots\dots (5)$$

$$0.82 < R_3 / |R_5| < 1.3 \quad \dots\dots (6)$$

$$0.0012 < \sum (\phi_i \cdot \delta\theta_i) < 0.0045 \quad \dots\dots (7)$$

$$\delta\theta_n > 0.0 \quad \dots\dots (13)$$

ただし、

$\nu_3$  : 第3レンズのd線に対する $\nu$ 値

$\nu_4$  : 第4レンズのd線に対する $\nu$ 値

$\delta\theta_3$  : 第3レンズの異常分散性

$\delta\theta_4$  : 第4レンズの異常分散性

$R_3$  : 第3レンズの像側の面の曲率半径

$R_1$  : 第1レンズの物体側の面の曲率半径

$R_2$  : 第2レンズの物体側の面の曲率半径

$R_6$  : 第4レンズの物体側の面の曲率半径

$R_5$  : 第5レンズの像側の面の曲率半径

$R_{10}$  : 第6レンズの像側の面の曲率半径

$D_3$  : 第3レンズと第4レンズの空気間隔

$f$  : レンズ全系の焦点距離

$\phi_i$  : 第  $i$  レンズの屈折力 (ただし  $i = 1 \sim 6$ )

$\delta\theta_i$  : 第  $i$  レンズの異常分散性 (ただし  $i = 1 \sim 6$ )

また、Mを前記第1レンズ、前記第2レンズ、前記第5レンズおよび前記第6レンズのうち条件式(13)を満足するレンズの番号としたとき、

$\delta\theta_m$  : 第Mレンズの異常分散性

なお、異常分散性( $\delta\theta$ )は、部分分散 $\theta = (n_d - n_g) / (n_f - n_c)$ としたとき、 $\delta\theta = \theta - (1.3647 - 0.002076\nu)$ で表される。

【0013】

\*ズのうち少なくとも1枚が、以下の条件式(8)および(9)を満足するように構成されていることが望ましい。

$$\dots\dots (8)$$

$$\dots\dots (9)$$

※  $\delta\theta_n$  : 第Nレンズの異常分散性

【0010】さらに、前記第1レンズおよび前記第6レンズのうち少なくとも1枚が、以下の条件式(10)を

※10 満足するように構成されていることがより望ましい。

$$\dots\dots (10)$$

★ズと該第4レンズの間に絞りを配された、6枚のレンズから構成されるガウス型レンズにおいて、以下の条件式(3)～(7)、(11)および(12)を満足し、かつ前記第1レンズ、前記第2レンズ、前記第5レンズ、前記第6レンズのうちの1枚以上のレンズが、以下の条件式(13)を満足するように構成されることも可能である。

【0012】

$$\dots\dots (11)$$

$$\dots\dots (12)$$

$$\dots\dots (3)$$

$$\dots\dots (4)$$

$$\dots\dots (5)$$

$$\dots\dots (6)$$

$$\dots\dots (7)$$

$$\dots\dots (13)$$

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態を図面を用いて説明する。図1は本発明の代表的実施例である実施例5に係るカラー画像読み取り用ガウス型レンズの構成を示す図である。レンズ構成は物体側より順に、凸レンズからなる第1レンズL<sub>1</sub>および第2レンズL<sub>2</sub>、凹レンズからなる第3レンズL<sub>3</sub>および第4レンズL<sub>4</sub>、凸レンズからなる第5レンズL<sub>5</sub>および第6レンズL<sub>6</sub>がこの順に配列されている。第2レンズL<sub>2</sub>と第3レンズL<sub>3</sub>は凸凹の接合レンズとされ、また第4レンズL<sub>4</sub>と第5レンズL<sub>5</sub>は凹凸の接合レンズとされており、絞り1が第3レンズL<sub>3</sub>と第4レンズL<sub>4</sub>との間に配されている。絞り1の開口部を通った外部からの光は第5レンズL<sub>5</sub>と第6レンズL<sub>6</sub>の凸レンズにより収束されて、固体撮像素子(CCD)の撮像面2上で結像する。

【0014】以下、具体的なデータを用いて本発明の実施例を説明する。

〈実施例1〉本発明の実施例1のカラー画像読み取り用ガウス型レンズは、物体側から順に、物体側に凸面を向けた凸メニスカスレンズからなる第1レンズL<sub>1</sub>、物体側に曲率の大きい面を向けた両凸レンズからなる第2レンズL<sub>2</sub>、像側に曲率の大きい面を向けた両凹レンズからなる第3レンズL<sub>3</sub>、物体側に曲率の大きい面を向けた両凹レンズからなる第4レンズL<sub>4</sub>、像側に曲率の大

きい面を向けた両凸レンズからなる第5レンズ $L_5$ 、像側に曲率の大きい面を向けた両凸レンズからなる第6レンズ $L_6$ で構成されている。本実施例のレンズは、以下 \*

\*の条件式(1)～(7)を満足するように構成されている。

【0015】

$$65 < \nu_2, \nu_5 \dots\dots\dots (1)$$

$$\delta\theta_2, \delta\theta_5 > 0.004 \dots\dots\dots (2)$$

$$1.5 \cdot R_3 < (R_1 + R_2) / 2 < 2.6 \cdot R_3 \dots\dots\dots (3)$$

$$1.5 \cdot R_6 < (R_4 + R_{10}) / 2 < 3.0 \cdot R_6 \dots\dots\dots (4)$$

$$0.10 < D_3 / f < 0.23 \dots\dots\dots (5)$$

$$0.82 < R_3 / |R_6| < 1.3 \dots\dots\dots (6)$$

$$0.0012 < \Sigma(\phi_i \cdot \delta\theta_i) < 0.0045 \dots\dots\dots (7)$$

ただし、

$\nu_2$  : 第2レンズ $L_2$ のd線に対する $\nu$ 値

$\nu_5$  : 第5レンズ $L_5$ のd線に対する $\nu$ 値

$\delta\theta_2$  : 第2レンズ $L_2$ の異常分散性

$\delta\theta_5$  : 第5レンズ $L_5$ の異常分散性

$R_3$  : 第3レンズ $L_3$ の像側の面の曲率半径

$R_1$  : 第1レンズ $L_1$ の物体側の面の曲率半径

$R_2$  : 第2レンズ $L_2$ の物体側の面の曲率半径

$R_4$  : 第4レンズ $L_4$ の物体側の面の曲率半径

$R_6$  : 第5レンズ $L_5$ の像側の面の曲率半径

$R_{10}$  : 第6レンズ $L_6$ の像側の面の曲率半径

$D_3$  : 第3レンズ $L_3$ と第4レンズ $L_4$ の空気間隔

$f$  : レンズ全系の焦点距離

$\phi_i$  : 第 $i$ レンズの屈折力(ただし $i = 1 \sim 6$ )

$\delta\theta_i$  : 第 $i$ レンズの異常分散性(ただし $i = 1 \sim 6$ )

【0016】各条件式(1)～(7)を満足するように構成することが望ましいのは、以下の理由によるものである。条件式(1)、(2)は色収差に関する規定で、特に軸上色収差を補正するための条件である。条件式

(1)は第2レンズ $L_2$ および第5レンズ $L_5$ の凸レンズの硝材に $\nu$ 値の下限を規定して、分散が大きくなりすぎないようにしている。条件式(2)は、第2レンズ $L_2$ および第5レンズ $L_5$ の異常分散性を規定し、条件式

(1)の条件下で満足することにより、効果的な軸上色収差の補正が可能となる。この下限値を下回った場合は、必要とされるに十分な軸上色収差の補正ができなくなる。

【0017】条件式(3)、(4)は、ベッツバール和を小さくし像面湾曲を補正するための条件である。凹面の曲率半径が小さいほど像面湾曲を補正しやすい反面、その値が小さすぎるとコマフレアが発生してしまうことはガウス型レンズで問題となりがちであるが、両条件式により、凹面( $R_3$ 、 $R_6$ )で発生する発散性の球面収差、コマ収差を、各凸面( $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_4$ 、 $R_{10}$ )でバランスよく補正することができる。両条件式において、この上限値を上回った場合は、ベッツバール和が小さくなり過ぎ、サジタル像面の像面湾曲が増大し、コマフレアが発生したり、球面収差のバランスが悪くなったりする。この下限値を下回った場合には、ベッツバール和が大きくなり、非点格差が生じたり、球面収差が補正過剰

となったりする。

【0018】条件式(5)は第3レンズ $L_3$ と第4レンズ $L_4$ の間の空気間隔を適切な間隔にして、像面湾曲やコマフレアの発生、および非点格差の増大を防ぐための規定である。この上限値を上回ると、ベッツバール和が大きくなり、非点格差が大きくなる。この下限値を下回ると、ベッツバール和が小さくなりすぎ、サジタル像面の湾曲が大きくなり、コマ収差の補正が困難となる。条件式(5)によって規定されている第3レンズ $L_3$ と第4レンズ $L_4$ の間の空気間隔は比較的小さいために、この条件を設定することによって収差補正を行うと同時にレンズのコンパクト化にも貢献することが可能となる。条件式(6)は第3レンズ $L_3$ と第4レンズ $L_4$ の各凹レンズの互いに向き合う凹面の曲率半径に関する規定であり、この条件を満足することにより両凹面の発散性が平均化し、特に、不均衡なコマ収差の防止に効果を有する。

【0019】条件式(7)は軸上色収差の補正と収差バランスに関する規定である。前述したように、軸上色収差を良好に補正するためには一般に異常分散性をもつ硝材を用いるが、特に倍率が $-1/2.5 \sim -1/1.25$ 程度の低倍率で使用するレンズにおいて、少ないレンズ枚数で補正効果を得るためには、このような硝材が必須といってよい。そして、その硝材の異常分散性が大きいほど色収差補正効果は高く、その硝材を用いたレンズの屈折力が強くなるほど補正力が強くなる。ところがレンズの屈折力と異常分散性のうち一方だけが、例えば硝材の屈折力が強すぎると高次収差の発生という弊害もあるため、レンズ系としては各レンズの屈折力と異常分散性をバランスよく大きくし、諸収差を良好に補正することが望まれる。

【0020】条件式(7)は、屈折力と異常分散性をバランスよく大きくし、諸収差を良好に補正するために、各レンズの屈折力 $\phi_i$ と異常分散性 $\delta\theta_i$ の積の和、 $\Sigma(\phi_i \cdot \delta\theta_i)$ の値が所定値より大きくなるように規定している。この上限値を上回ると各レンズの屈折力が強くなり、球面収差やコマ収差の高次収差が増加し、レンズ全体としての性能が劣化する。この下限値を下回ると軸上色収差補正の効果が弱くなり、低倍率で使用するのに十分な補正が得られない。

【0021】ところで、上述したような、軸上色収差を補正するために異常分散性とともにより必要となる強い屈折力は、本実施例において次のように得られることになる。すなわち、条件式(5)において諸収差の補正のために第3レンズ $L_3$ と第4レンズ $L_4$ の間隔を所定の範囲内に規定しているが、この間隔は比較的狭いものであるために、レンズ系として必要な負のパワーを確保するためには第3レンズ $L_3$ と第4レンズ $L_4$ の各凹レンズの互いに向き合う凹面の曲率を大きくする必要があるが生じている。このようにして、条件式(5)において諸収差補正のために規定した2枚の凹レンズの間隔が、その凹面の屈折力を強くすることを求めるので、それによって得られる強い屈折力と、この強い屈折力を有する凹レンズと\*

	R	D
1	27.647	3.88
2	53.582	0.20
3	18.863	6.01
4	-28.318	1.00
5	13.103	9.12
6	-14.904	1.20
7	32.919	6.01
8	-24.379	1.53
9	12433.000	4.78
10	-41.848	

$$f = 65.59$$

【0024】表8に、本実施例および以下の実施例に係るカラー画像読み取り用ガウス型レンズの、各条件式に対する値を示す。

\*収支バランスを取るために得られる凸レンズの強い屈折力を、硝材の異常分散性とともにより利用して低倍率域における軸上色収差の除去を達成している。

【0022】表1に、本実施例の各レンズ面の曲率半径R、各レンズの軸上面間隔(各レンズの中心厚および各レンズ間の空気間隔)D、各レンズのd線における屈折率 $n_d$ 、アッペ数 $\nu_d$ および各レンズのg線およびd線における部分分散 $\theta_{g,d}$ を示す。なお、表1および以下の他の表において、各記号に対応させた数字は物体側から順次増加するようになっている。また、表1の下段にはレンズ系全体の焦点距離を示す。

【0023】

【表1】

	$n_d$	$\nu_d$	$\theta_{g,d}$
1	67790	55.5	1.2457
2	56907	71.3	1.2431
3	51454	54.6	1.2473
4	58215	42.0	1.2758
5	56907	71.3	1.2431
6	70154	41.1	1.2762

【0025】

【表8】

11	12			
	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4
$\nu_1$	71.3	71.3	65.5	71.3
$\nu_2$	—	—	43.8	46.6
$\nu_3$	—	44.3	43.8	46.6
$\nu_4$	71.3	71.3	71.3	71.3
$\delta\theta_1$	—	—	-0.001	0.026
$\delta\theta_2$	0.026	0.026	0.006	0.026
$\delta\theta_3$	—	—	-0.011	-0.011
$\delta\theta_4$	—	-0.011	-0.011	-0.011
$\delta\theta_5$	0.026	0.026	0.026	0.026
$\delta\theta_6$	—	—	-0.001	0.026
$(R_1+R_2)/2R_1$	1.77	1.71	1.68	1.75
$(R_2+R_{10})/2R_1$	2.22	2.58	1.84	1.84
$D_1/f$	0.14	0.19	0.21	0.18
$R_1/ R_2 $	0.88	1.19	1.11	0.84
$\Sigma\phi_1 \cdot \delta\theta_1$	0.0025	0.0024	0.0024	0.0041

	実施例5	実施例6	実施例7
$\nu_1$	71.3	81.6	—
$\nu_2$	44.3	44.3	44.3
$\nu_3$	44.3	44.3	44.3
$\nu_4$	71.3	71.3	—
$\delta\theta_1$	0.000	0.003	0.020
$\delta\theta_2$	0.026	0.037	—
$\delta\theta_3$	-0.011	-0.011	-0.011
$\delta\theta_4$	-0.011	-0.011	-0.011
$\delta\theta_5$	0.026	0.026	—
$\delta\theta_6$	-0.001	0.026	—
$(R_1+R_2)/2R_1$	1.65	2.35	2.12
$(R_2+R_{10})/2R_1$	1.97	1.67	2.11
$D_1/f$	0.15	0.15	0.12
$R_1/ R_2 $	0.96	1.28	0.84
$\Sigma\phi_1 \cdot \delta\theta_1$	0.0038	0.0038	0.0015

【0026】表8により、実施例1は条件式(1)～(7)を満足しているカラー画像読み取り用ガウス型レンズであることが明らかである。本実施例の倍率 $\times 1/2.5X$ における諸収差(球面収差、非点収差、ディストーションおよび倍率色収差)を図2に、倍率 $\times 1/1.25X$ における諸収差(球面収差、非点収差、ディストーションおよび倍率色収差)を図3に、倍率 $\times 1/2.5X$ におけるコマ収差を図4に、倍率 $\times 1/1.25X$ におけるコマ収差を図5に示す。これらの図から明らかなように、本実施例によれば、軸上色収差を効果的\*

に補正し、広い波長域で高い性能を有したカラー画像読み取り用ガウス型レンズを得ることができる。

【0027】〈実施例2〉本発明の実施例2のカラー画像読み取り用ガウス型レンズは、その構成については実施例1のカラー画像読み取り用ガウス型レンズと同様であるので説明は省略する。本実施例のレンズは、上記の条件式(1)～(7)に加え、第3レンズ $L_3$ および第4レンズ $L_4$ のうち少なくとも1枚が以下の条件式(8)および(9)を満足するように構成されている。

【0028】

$$\dots\dots (8)$$

$$\dots\dots (9)$$

ただし、Nを第3レンズ $L_3$ および第4レンズ $L_4$ のうち条件式(8)および(9)を満足するレンズの番号としたとき、

$\nu_N$  : 第Nレンズのd線に対する $\nu$ 値

$\delta\theta_N$  : 第Nレンズの異常分散性

【0029】条件式(8)、(9)は、第2レンズ $L_2$ 、

および第5レンズ $L_5$ が条件式(1)、(2)により色収差と諸収差をバランスよく補正するために適切なパワーを有するように規定されたことをうけ、さらに残存する軸上色収差を除去するための条件である。この条件式(8)、(9)に規定されるような異常分散性を有する硝材を第3レンズ $L_3$ および第4レンズ $L_4$ のうち少なく

とも1枚の凹レンズに用いることにより、条件式(1)～(7)に基づくレンズ系に残存している色収差をさらに補正することができる。第2レンズ $L_2$ および第5レンズ $L_5$ の凸レンズに異常分散性を有する硝材を用いることに加え、第3レンズ $L_3$ または第4レンズ $L_4$ の凹レンズの少なくとも一方に異常分散性を有する硝材を用いることで、より効果的に色収差を補正することが可能になる。

	R	D
1	19.693	3.50
2	79.225	0.20
3	24.074	5.15
4	-64.570	1.00
5	12.774	9.15
6	-10.692	1.14
7	43.176	5.23
8	-15.290	0.83
9	401.150	5.00
10	-39.811	

$$f = 48.72$$

【0032】表8により、実施例2は条件式(1)～(9)を満足しているカラー画像読み取り用ガウス型レンズであることが明らかである。本実施例の倍率 $-1/2.5X$ における諸収差(球面収差、非点収差、ディストーションおよび倍率色収差)を図6に、倍率 $-1/1.25X$ における諸収差(球面収差、非点収差、ディストーションおよび倍率色収差)を図7に、倍率 $-1/2.5X$ におけるコマ収差を図8に、倍率 $-1/1.25X$ におけるコマ収差を図9に示す。これらの図から明らかなように、本実施例によれば、軸上色収差を効果的に補正し、広い波長域で高い性能を有したカラー画像読み取り用ガウス型レンズを得ることができる。

【0033】〈実施例3〉本発明の実施例3のカラー画※

$$\begin{aligned} \delta\theta_p &< -0.002 \\ 35 &< \nu_3, \nu_4 < 50 \\ \delta\theta_3, \delta\theta_4 &< -0.01 \\ \delta\theta_m &> 0.0 \end{aligned}$$

ただし、Pを第1レンズ $L_1$ および第6レンズ $L_6$ のうち条件式(10)を満足するレンズの番号としたとき、

$\delta\theta_p$  : 第Pレンズの異常分散性  
 $\nu_3$  : 第3レンズ $L_3$ のd線に対する $\nu$ 値  
 $\nu_4$  : 第4レンズ $L_4$ のd線に対する $\nu$ 値  
 $\delta\theta_3$  : 第3レンズ $L_3$ の異常分散性  
 $\delta\theta_4$  : 第4レンズ $L_4$ の異常分散性

また、Mを第1レンズ $L_1$ 、第2レンズ $L_2$ 、第5レンズ $L_5$ および第6レンズ $L_6$ のうち条件式(13)を満足するレンズの番号として、

$\delta\theta_m$  : 第Mレンズの異常分散性

【0035】条件式(10)は第1レンズ $L_1$ および第6レンズ $L_6$ の凸レンズのうち少なくとも1枚について部分分散の下限を規定し、条件式(1)から(9)を満足するようなレンズにおいて軸上色収差の補正を補助し

※【0030】表2に、本実施例の各レンズ面の曲率半径R、各レンズの軸上面間隔(各レンズの中心厚および各レンズ間の空気間隔)D、各レンズのd線における屈折率 $n_d$ 、アッペ数 $\nu_d$ および各レンズのg線およびd線に関する部分分散 $\theta_{g,d}$ を示す。表2の下段にはレンズ系全体の焦点距離を示す。

【0031】

【表2】

	$n_d$	$\nu_d$	$\theta_{g,d}$
1	78830	47.4	1.2538
1	56907	71.3	1.2431
1	62004	36.3	1.2896
1	61340	44.3	1.2613
1	56907	71.3	1.2431
1	78500	43.7	1.2642

※像読み取り用ガウス型レンズは、その構成については実施例2のカラー画像読み取り用ガウス型レンズとはほぼ同様であるが、第6レンズ $L_6$ が像側に凸面を向けた凸メニスカスレンズである点が異なっている。本実施例のレンズは、上記の条件式(1)～(9)に加え、第1レンズ $L_1$ および第6レンズ $L_6$ のうち少なくとも1枚が以下の条件式(10)を満足し、さらに第3レンズ $L_3$ および第4レンズ $L_4$ が以下の条件式(11)および(12)を満足し、また第1レンズ $L_1$ 、第2レンズ $L_2$ 、第5レンズ $L_5$ 、第6レンズ $L_6$ のうちの1枚以上のレンズが、以下の条件式(13)を満足するように構成されている。

【0034】

$$\begin{aligned} &\dots\dots (10) \\ &\dots\dots (11) \\ &\dots\dots (12) \\ &\dots\dots (13) \end{aligned}$$

諸収差のバランスをとる条件となっている。この条件式(10)を満足することにより、第2レンズ $L_2$ および第5レンズ $L_5$ がパワーを増して色収差を補正している負担を軽減でき、第2レンズ $L_2$ および第5レンズ $L_5$ のパワーが強くなることによって起こる球面収差の補正過剰、コマフレアの発生、ベッツパール和が大きくなることによる像面湾曲などを軽減でき、より望ましい補正効果を得ることができる。

【0036】条件式(11)、(12)は色収差に関する規定で、特に軸上色収差を補正するための条件である。条件式(11)は第3レンズ $L_3$ および第4レンズ $L_4$ の凹レンズの硝材に $\nu$ 値の下限を規定して、分散が大きくなりすぎないようにしている。条件式(12)は、第3レンズ $L_3$ および第4レンズ $L_4$ の異常分散性を規定し、条件式(11)の条件下で満足することによ

り、効果的な軸上色収差の補正が可能となる。条件式(13)は、4枚の凸レンズのうち少なくとも1枚の凸レンズに異常分散性を有する硝材を用いることにより、条件式(11)および(12)の条件下においても残存した軸上色収差をさらに除去するための条件で、条件式(3)～(7)および条件式(11)～(13)をすべて満足することにより、必要とされるに十分な軸上色収差の補正を良好に行うことができる。

【0037】なお、条件式(11)、(12)は条件式(1)、(2)に代えて、第2レンズ $L_2$ と第5レンズ $L_5$ の凸レンズの $\nu$ 値と異常分散性の代わりに、第3レンズ $L_3$ と第4レンズ $L_4$ の凹レンズの $\nu$ 値と異常分散性を規定している。条件式(13)に示すようにこの場

	R	D
1	22.370	3.80
2	72.170	0.30
3	22.695	5.01
4	-83.247	1.50
5	13.438	12.76
6	-12.073	1.50
7	89.631	5.11
8	-18.325	0.30
9	-219.410	4.00
10	-26.029	
	f = 60.34	

【0039】表8により、実施例3は条件式(1)～(13)を満足しているカラー画像読み取り用ガウス型レンズであることが明らかである。本実施例の倍率 $-1/2.5X$ における諸収差(球面収差、非点収差、ディストーションおよび倍率色収差)を図10に、倍率 $-1/1.25X$ における諸収差(球面収差、非点収差、ディストーションおよび倍率色収差)を図11に、倍率 $-1/2.5X$ におけるコマ収差を図12に、倍率 $-1/1.25X$ におけるコマ収差を図13に示す。これらの図から明らかなように、本実施例によれば、軸上色収差を効果的に補正し、広い波長域で高い性能を有したカラー画像読み取り用ガウス型レンズを得ることができる。

【0040】〈実施例4〉本発明の実施例4のカラー画像読み取り用ガウス型レンズは、物体側から順に、物体側に曲率の大きい面を向けた両凸レンズからなる第1レンズ $L_1$ 、物体側に凸面を向けた凸メニスカスレンズか

	R	D
1	22.686	3.80
2	-463.990	0.30
3	14.375	5.01
4	161.460	2.09
5	10.610	10.85
6	-12.659	3.14
7	-48.969	5.11
8	-16.942	0.30
9	219.840	4.00
10	-29.676	

$$f = 61.28$$

【0043】表8により、実施例4は条件式(1)～

※合、前者に比べ $\nu$ 値と異常分散性を規定していない残りのレンズ(第1レンズ $L_1$ 、第2レンズ $L_2$ 、第5レンズ $L_5$ および第6レンズ $L_6$ )の異常分散性がそれほど大きくなくても、望ましい軸上色収差補正が可能となっている。表3に、本実施例の各レンズ面の曲率半径R、各レンズの軸上面間隔(各レンズの中心厚および各レンズ間の空気間隔)D、各レンズのd線における屈折率 $n_d$ 、アッペ数 $\nu_d$ および各レンズのg線およびd線に関する部分分散 $\theta_{g,d}$ を示す。表3の下段にはレンズ系全体の焦点距離を示す。

【0038】

【表3】

	$n_d$	$\nu_d$	$\theta_{g,d}$
1	64850	53.0	1.2536
2	60300	65.5	1.2349
3	61340	43.8	1.2629
4	61340	43.8	1.2629
5	56907	71.3	1.2431
6	64850	53.0	1.2536

※らなる第2レンズ $L_2$ 、物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズからなる第3レンズ $L_3$ 、像側に凸面を向けた凹メニスカスレンズからなる第4レンズ $L_4$ 、像側に凸面を向けた凸メニスカスレンズからなる第5レンズ $L_5$ 、像側に曲率の大きい面を向けた両凸レンズからなる第6レンズ $L_6$ で構成されている。本実施例のレンズが満足する条件式は、実施例3と同様である。

【0041】表4に、本実施例の各レンズ面の曲率半径R、各レンズの軸上面間隔(各レンズの中心厚および各レンズ間の空気間隔)D、各レンズのd線における屈折率 $n_d$ 、アッペ数 $\nu_d$ および各レンズのg線およびd線に関する部分分散 $\theta_{g,d}$ を示す。表4の下段にはレンズ系全体の焦点距離を示す。

【0042】

【表4】

	$n_d$	$\nu_d$	$\theta_{g,d}$
1	56907	71.3	1.2431
2	56907	71.3	1.2431
3	81600	46.6	1.2568
4	81600	46.6	1.2568
5	56907	71.3	1.2431
6	56904	71.3	1.2431

(13)を満足しているカラー画像読み取り用ガウス型

レンズであることが明らかである。本実施例の倍率 $-1/2.5\times$ における諸収差（球面収差、非点収差、ディストーションおよび倍率色収差）を図14に、倍率 $-1/1.25\times$ における諸収差（球面収差、非点収差、ディストーションおよび倍率色収差）を図15に、倍率 $-1/2.5\times$ におけるコマ収差を図16に、倍率 $-1/1.25\times$ におけるコマ収差を図17に示す。これらの図から明らかなように、本実施例によれば、軸上色収差を効果的に補正し、広い波長域で高い性能を有したカラー画像読み取り用ガウス型レンズを得ることができる。

【0044】〈実施例5〉本発明の実施例5のカラー画像読み取り用ガウス型レンズは、その構成については実\*

	R	D
1	18.806	4.00
2	113.580	0.30
3	19.671	4.91
4	-48.070	1.50
5	11.634	9.20
6	-12.146	1.50
7	30.011	4.86
8	-21.477	1.57
9	$\infty$	3.80
10	-26.328	

$$f = 60.03$$

【0046】表8により、実施例5は条件式(1)～(13)を満足しているカラー画像読み取り用ガウス型レンズであることが明らかである。本実施例の倍率 $-1/2.5\times$ における諸収差（球面収差、非点収差、ディストーションおよび倍率色収差）を図18に、倍率 $-1/1.25\times$ における諸収差（球面収差、非点収差、ディストーションおよび倍率色収差）を図19に、倍率 $-1/2.5\times$ におけるコマ収差を図20に、倍率 $-1/1.25\times$ におけるコマ収差を図21に示す。これらの図から明らかなように、本実施例によれば、軸上色収差を効果的に補正し、広い波長域で高い性能を有したカラー画像読み取り用ガウス型レンズを得ることができる。

【0047】〈実施例6〉本発明の実施例6のカラー画像読み取り用ガウス型レンズは、物体側から順に、物体側に曲率の大きい面を向けた両凸レンズからなる第1レンズ $L_1$ 、物体側に曲率の大きい面を向けた両凸レンズ ※

	R	D
1	43.794	3.87
2	-278.240	0.56
3	23.003	4.85
4	-56.025	2.03
5	14.213	8.85
6	-11.075	1.48
7	-94.331	4.79
8	-15.508	0.26
9	-163.070	3.97
10	-21.422	

$$f = 58.66$$

\* 施例2のカラー画像読み取り用ガウス型レンズと同様である。ただし、本実施例5の第6レンズ $L_6$ は平凸レンズとなっている。また、本実施例のレンズが満足する条件式は、実施例3と同様である。表5に、本実施例の各レンズ面の曲率半径R、各レンズの軸上面間隔（各レンズの中心厚および各レンズ間の空気間隔）D、各レンズのd線における屈折率 $n_d$ 、アッペ数 $\nu_d$ および各レンズのg線およびd線に関する部分分散 $\theta_{g,d}$ を示す。表5

【0045】

【表5】

	$n_d$	$\nu_d$	$\theta_{g,d}$
1.	57135	53.0	1.2549
1.	56907	71.3	1.2431
1.	61340	44.3	1.2613
1.	61340	44.3	1.2613
1.	56907	71.3	1.2431
1.	63930	44.9	1.2709

※ からの第2レンズ $L_2$ 、像側に曲率の大きい面を向けた両凹レンズからなる第3レンズ $L_3$ 、像側に凸面を向けた凹メニスカスレンズからなる第4レンズ $L_4$ 、像側に凸面を向けた凸メニスカスレンズからなる第5レンズ $L_5$ 、像側に凸面を向けた凸メニスカスレンズからなる第6レンズ $L_6$ で構成されている。本実施例のレンズが満足する条件式は、実施例3と同様である。

【0048】表6に、本実施例の各レンズ面の曲率半径R、各レンズの軸上面間隔（各レンズの中心厚および各レンズ間の空気間隔）D、各レンズのd線における屈折率 $n_d$ 、アッペ数 $\nu_d$ および各レンズのg線およびd線に関する部分分散 $\theta_{g,d}$ を示す。表6の下段にはレンズ系全体の焦点距離を示す。

【0049】

【表6】

	$n_d$	$\nu_d$	$\theta_{g,d}$
1.	72342	38.0	1.2891
1.	49700	81.6	1.2322
1.	61340	44.3	1.2613
1.	61340	44.3	1.2613
1.	56907	71.3	1.2431
1.	56907	71.3	1.2431

【0050】表8により、実施例6は条件式(1)～

50 (13)を満足しているカラー画像読み取り用ガウス型

レンズであることが明らかである。本実施例の倍率 $-1/2.5X$ における諸収差（球面収差、非点収差、ディストーションおよび倍率色収差）を図22に、倍率 $-1/1.25X$ における諸収差（球面収差、非点収差、ディストーションおよび倍率色収差）を図23に、倍率 $-1/2.5X$ におけるコマ収差を図24に、倍率 $-1/1.25X$ におけるコマ収差を図25に示す。これらの図から明らかなように、本実施例によれば、軸上色収差を効果的に補正し、広い波長域で高い性能を有したカラー画像読み取り用ガウス型レンズを得ることができる。

【0051】（実施例7）本発明の実施例7のカラー画像読み取り用ガウス型レンズは、その構成については実施例2のカラー画像読み取り用ガウス型レンズとほぼ同\*

	R	D
1	30.851	6.47
2	164.690	3.68
3	17.141	5.00
4	-31.544	1.11
5	11.308	6.40
6	-13.407	1.11
7	20.752	5.75
8	-22.180	3.00
9	-550.050	6.50
10	-34.340	

$$f = 54.08$$

【0053】表8により、実施例7は条件式（3）～（7）および（11）～（13）を満足しているカラー画像読み取り用ガウス型レンズであることが明らかである。本実施例の倍率 $-1/2.5X$ における諸収差（球面収差、非点収差、ディストーションおよび倍率色収差）を図26に、倍率 $-1/1.25X$ における諸収差（球面収差、非点収差、ディストーションおよび倍率色収差）を図27に、倍率 $-1/2.5X$ におけるコマ収差を図28に、倍率 $-1/1.25X$ におけるコマ収差を図29に示す。これらの図から明らかなように、本実施例によれば、軸上色収差を効果的に補正し、広い波長域で高い性能を有したカラー画像読み取り用ガウス型レンズを得ることができる。

【0054】

【発明の効果】以上説明したように、本発明に係るカラー画像読み取り用ガウス型レンズによれば、カラー画像、カラー原稿の読み取り、あるいはネガフィルムやポジフィルムの読み取り用の、使用倍率が $-1/2.5X$ ～ $-1/1.25X$ という低倍率で使われるレンズにおいて、異常分散性を有する硝材を適切に配置すること、および第3レンズと第4レンズの間に適切な空気間隔をとることにより屈折力の大きいレンズを用いるようにしたこと、特に軸上色収差を効果的に補正し、広い波長域で高い性能を有することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】代表的実施例に係るカラー画像読み取り用ガウス型レンズの構成を示す図

\* 様であるが、第5レンズ $L_5$ が物体側に曲率の大きい面を向けた両凸レンズ、第6レンズ $L_6$ が像側に凸面を向けた凸メニスカスレンズからなる点が異なっている。本実施例のレンズは条件式（3）～（7）および（11）～（13）を満足している。表7に、本実施例の各レンズ面の曲率半径 $R$ 、各レンズの軸上面間隔（各レンズの中心厚および各レンズ間の空気間隔） $D$ 、各レンズの $d$ 線における屈折率 $n_d$ 、アッベ数 $\nu_d$ および各レンズの $g$ 線および $d$ 線に関する部分分散 $\theta_{g,d}$ を示す。表7の下端にはレンズ系全体の焦点距離を示す。

【0052】

【表7】

	$n_d$	$\nu_d$	$\theta_{g,d}$
1.	59240	68.3	1.2434
1.	67790	55.5	1.2457
1.	61340	44.3	1.2613
1.	61340	44.3	1.2613
1.	65830	57.3	1.2419
1.	67100	57.2	1.2370

【図2】実施例1に係るカラー画像読み取り用ガウス型レンズの倍率 $-1/2.5X$ における諸収差（球面収差、非点収差、ディストーションおよび倍率色収差）図

【図3】実施例1に係るカラー画像読み取り用ガウス型レンズの倍率 $-1/1.25X$ における諸収差（球面収差、非点収差、ディストーションおよび倍率色収差）図

【図4】実施例1に係るカラー画像読み取り用ガウス型レンズの倍率 $-1/2.5X$ におけるコマ収差図

【図5】実施例1に係るカラー画像読み取り用ガウス型レンズの倍率 $-1/1.25X$ におけるコマ収差図

【図6】実施例2に係るカラー画像読み取り用ガウス型レンズの倍率 $-1/2.5X$ における諸収差（球面収差、非点収差、ディストーションおよび倍率色収差）図

【図7】実施例2に係るカラー画像読み取り用ガウス型レンズの倍率 $-1/1.25X$ における諸収差（球面収差、非点収差、ディストーションおよび倍率色収差）図

【図8】実施例2に係るカラー画像読み取り用ガウス型レンズの倍率 $-1/2.5X$ におけるコマ収差図

【図9】実施例2に係るカラー画像読み取り用ガウス型レンズの倍率 $-1/1.25X$ におけるコマ収差図

【図10】実施例3に係るカラー画像読み取り用ガウス型レンズの倍率 $-1/2.5X$ における諸収差（球面収差、非点収差、ディストーションおよび倍率色収差）図

【図11】実施例3に係るカラー画像読み取り用ガウス型レンズの倍率 $-1/1.25X$ における諸収差（球面収差、非点収差、ディストーションおよび倍率色収差）図

【図12】実施例3に係るカラー画像読み取り用ガウス型レンズの倍率-1/2.5Xにおけるコマ収差図

【図13】実施例3に係るカラー画像読み取り用ガウス型レンズの倍率-1/1.25Xにおけるコマ収差図

【図14】実施例4に係るカラー画像読み取り用ガウス型レンズの倍率-1/2.5Xにおける諸収差（球面収差、非点収差、ディストーションおよび倍率色収差）図

【図15】実施例4に係るカラー画像読み取り用ガウス型レンズの倍率-1/1.25Xにおける諸収差（球面収差、非点収差、ディストーションおよび倍率色収差）図

【図16】実施例4に係るカラー画像読み取り用ガウス型レンズの倍率-1/2.5Xにおけるコマ収差図

【図17】実施例4に係るカラー画像読み取り用ガウス型レンズの倍率-1/1.25Xにおけるコマ収差図

【図18】実施例5に係るカラー画像読み取り用ガウス型レンズの倍率-1/2.5Xにおける諸収差（球面収差、非点収差、ディストーションおよび倍率色収差）図

【図19】実施例5に係るカラー画像読み取り用ガウス型レンズの倍率-1/1.25Xにおける諸収差（球面収差、非点収差、ディストーションおよび倍率色収差）図

【図20】実施例5に係るカラー画像読み取り用ガウス型レンズの倍率-1/2.5Xにおけるコマ収差図

【図21】実施例5に係るカラー画像読み取り用ガウス型レンズの倍率-1/1.25Xにおけるコマ収差図

【図22】実施例6に係るカラー画像読み取り用ガウス型レンズの倍率-1/2.5Xにおける諸収差（球面収差、非点収差、ディストーションおよび倍率色収差）図

\* 差、非点収差、ディストーションおよび倍率色収差）図

【図23】実施例6に係るカラー画像読み取り用ガウス型レンズの倍率-1/1.25Xにおける諸収差（球面収差、非点収差、ディストーションおよび倍率色収差）図

【図24】実施例6に係るカラー画像読み取り用ガウス型レンズの倍率-1/2.5Xにおけるコマ収差図

【図25】実施例6に係るカラー画像読み取り用ガウス型レンズの倍率-1/1.25Xにおけるコマ収差図

【図26】実施例7に係るカラー画像読み取り用ガウス型レンズの倍率-1/2.5Xにおける諸収差（球面収差、非点収差、ディストーションおよび倍率色収差）図

【図27】実施例7に係るカラー画像読み取り用ガウス型レンズの倍率-1/1.25Xにおける諸収差（球面収差、非点収差、ディストーションおよび倍率色収差）図

【図28】実施例7に係るカラー画像読み取り用ガウス型レンズの倍率-1/2.5Xにおけるコマ収差図

【図29】実施例7に係るカラー画像読み取り用ガウス型レンズの倍率-1/1.25Xにおけるコマ収差図

【符号の説明】

$L_1 \sim L_n$  レンズ

$R_1 \sim R_n$  曲率半径

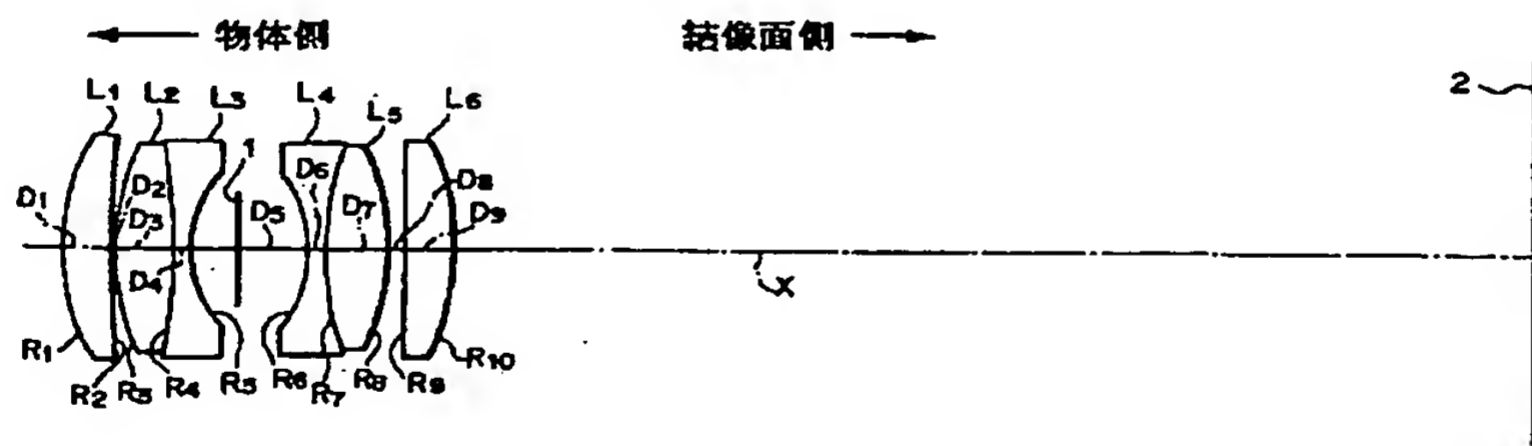
$D_1 \sim D_n$  軸上面間隔

X 光軸

1 絞り

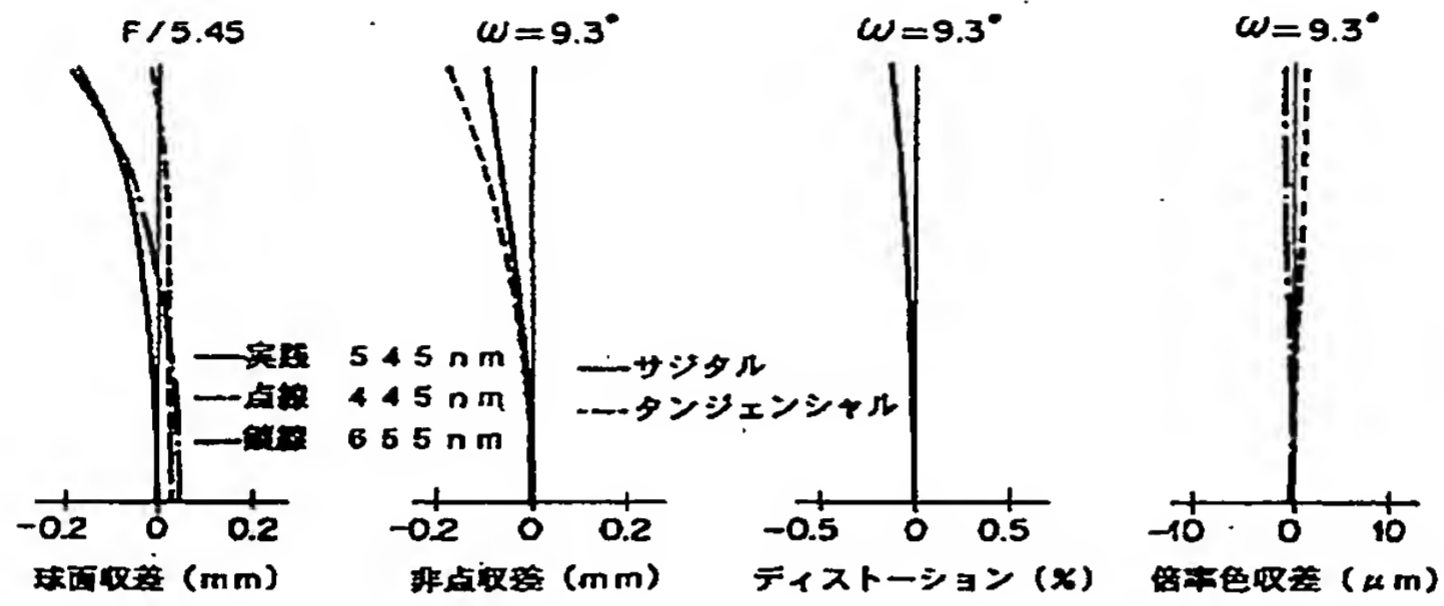
2 固体撮像素子（CCD）撮像面

【図1】



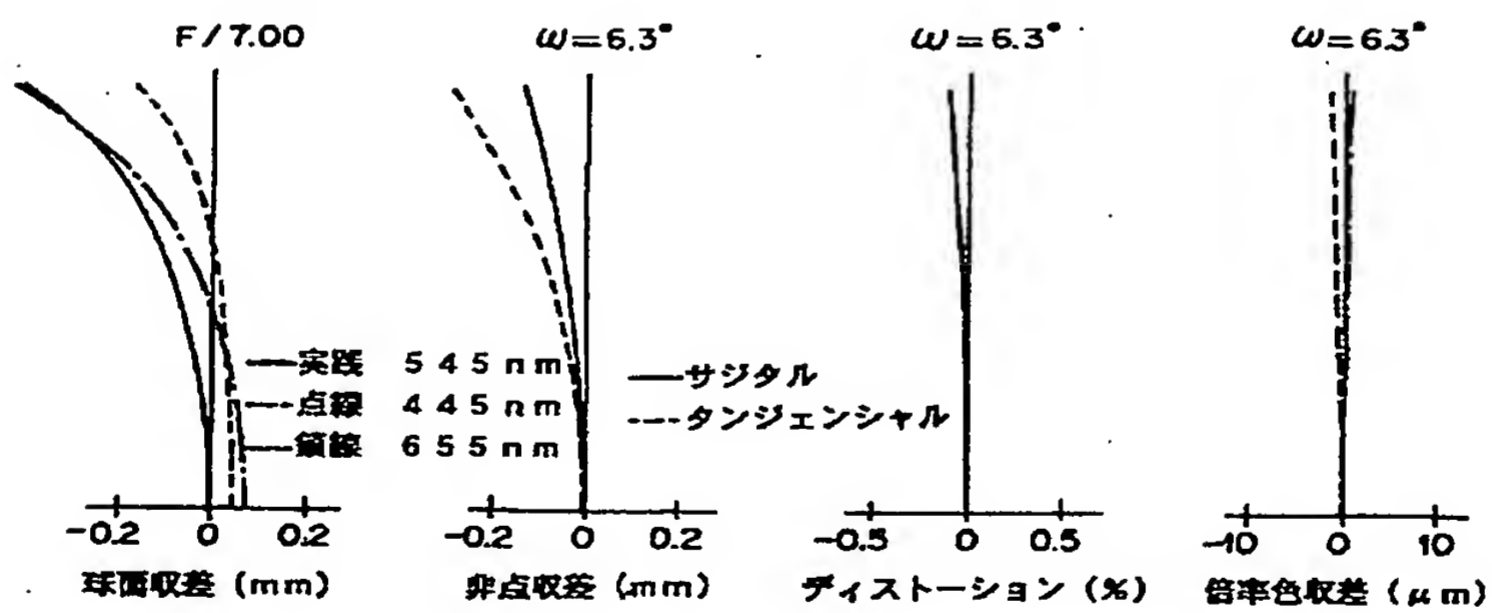
【図2】

実施例1  
-1/2.5X

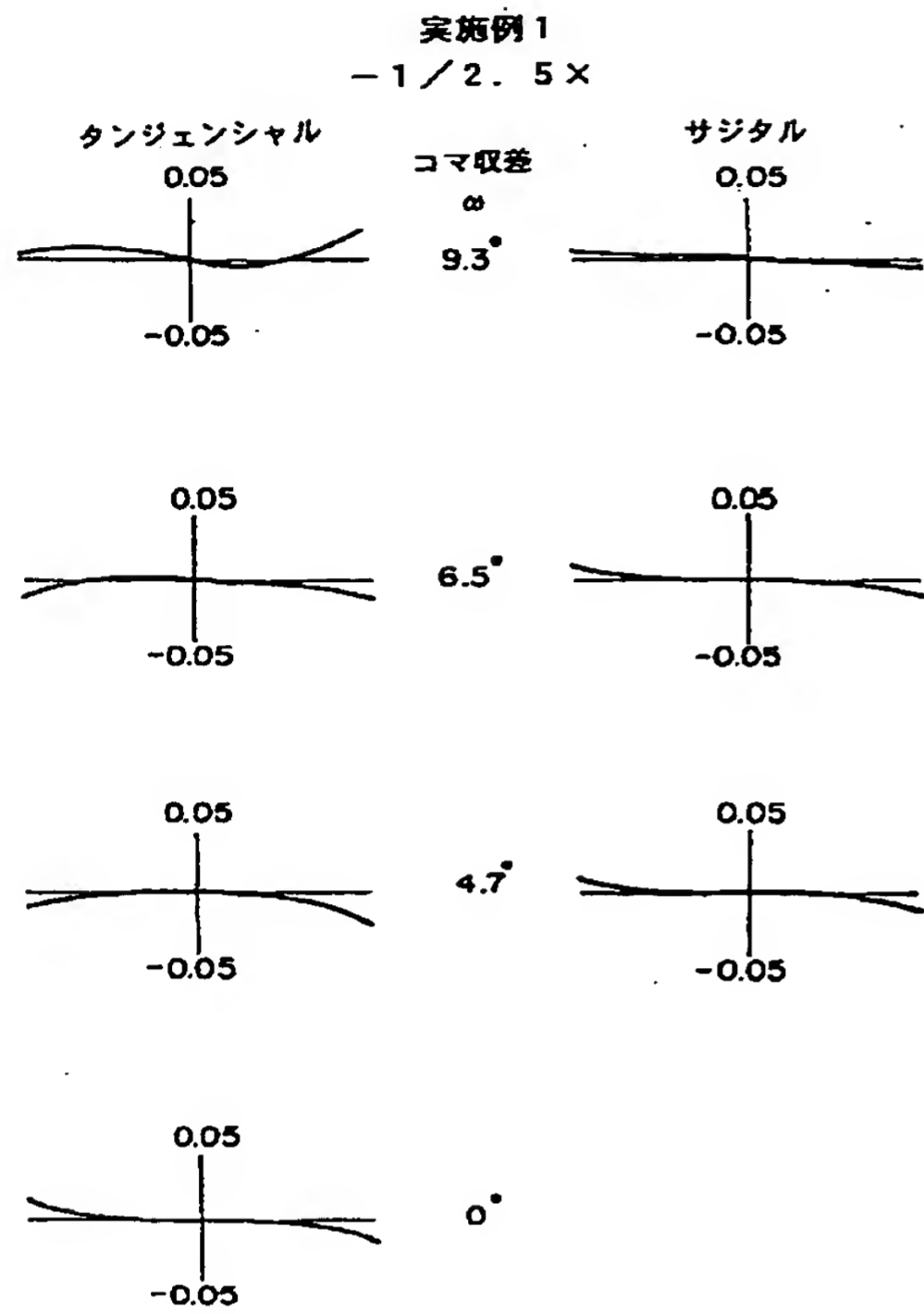


【図3】

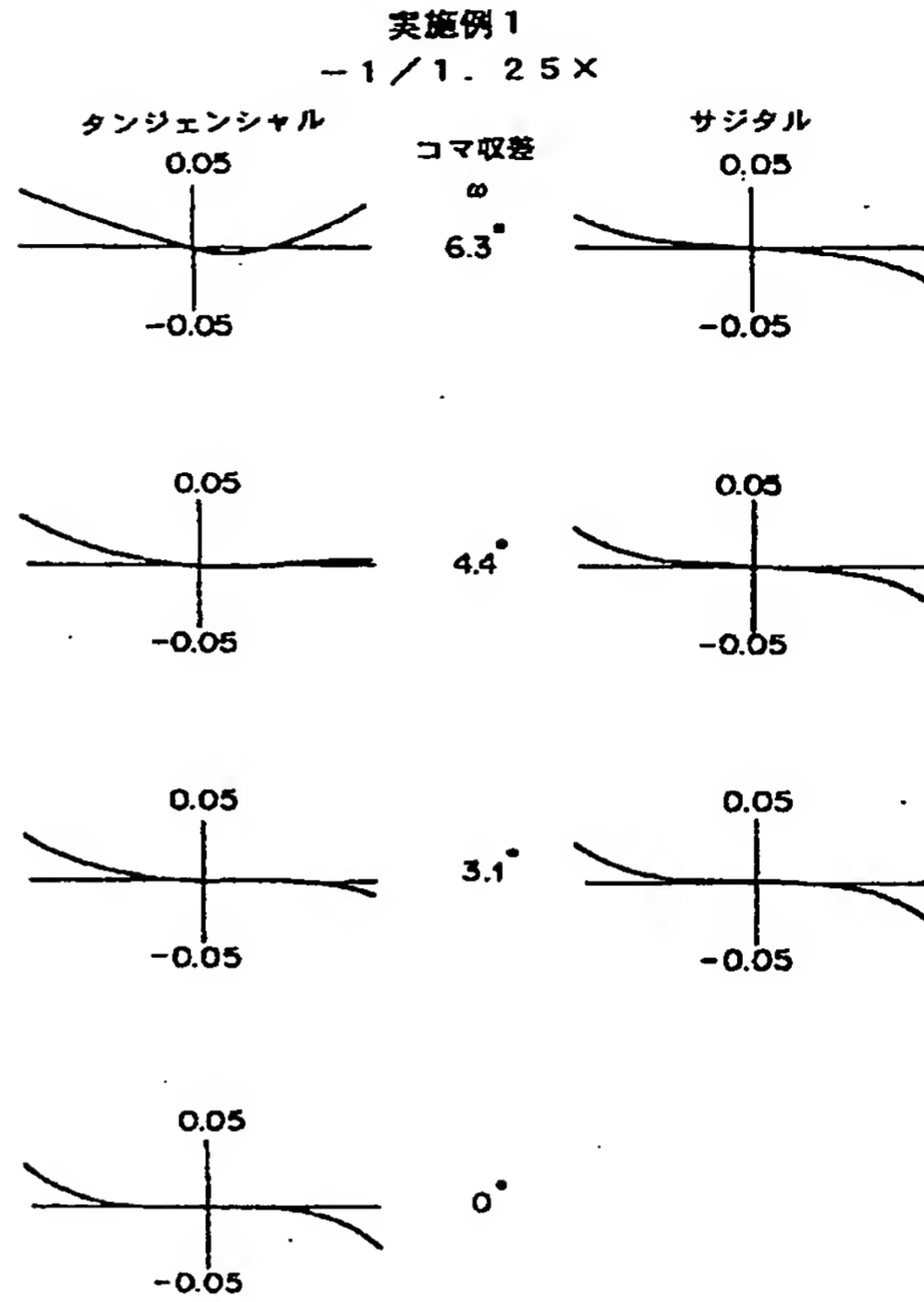
実施例1  
-1/1.25X



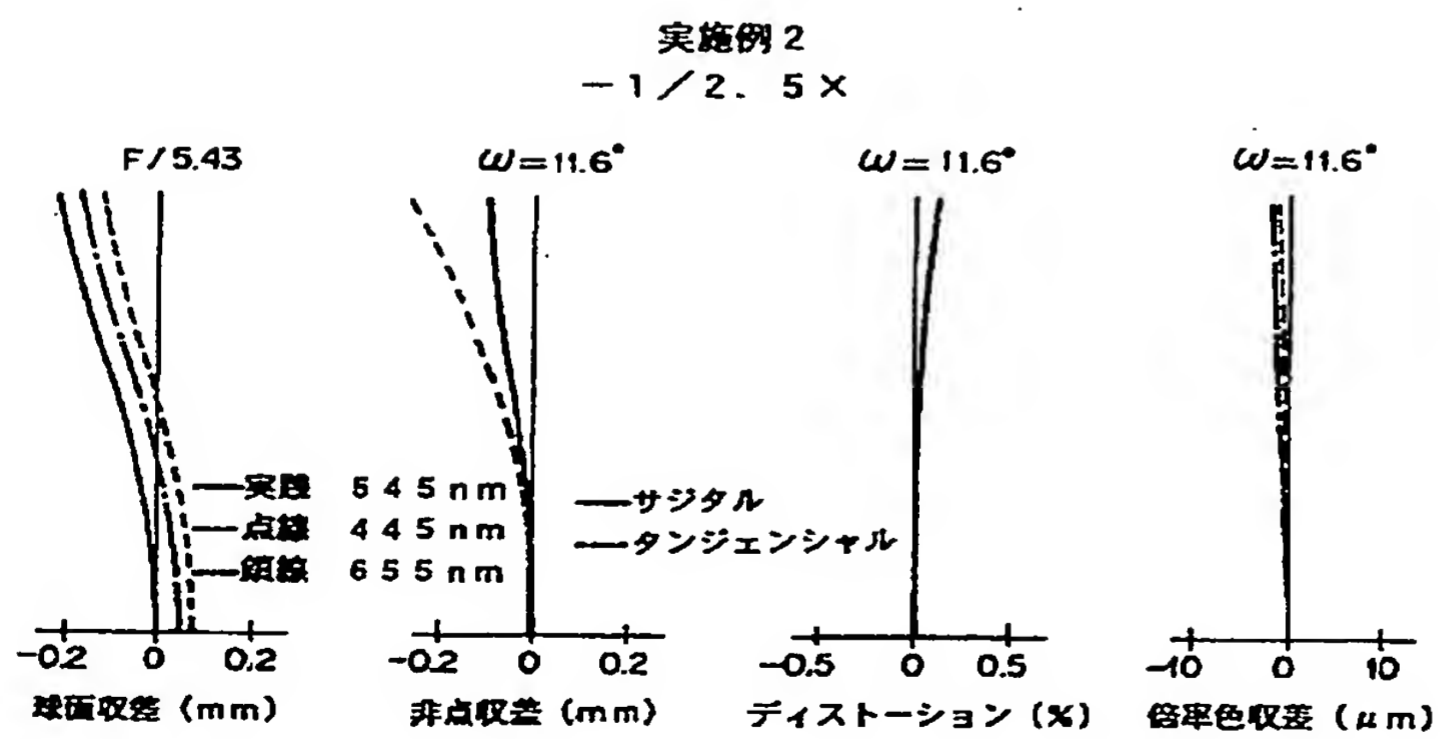
【図4】



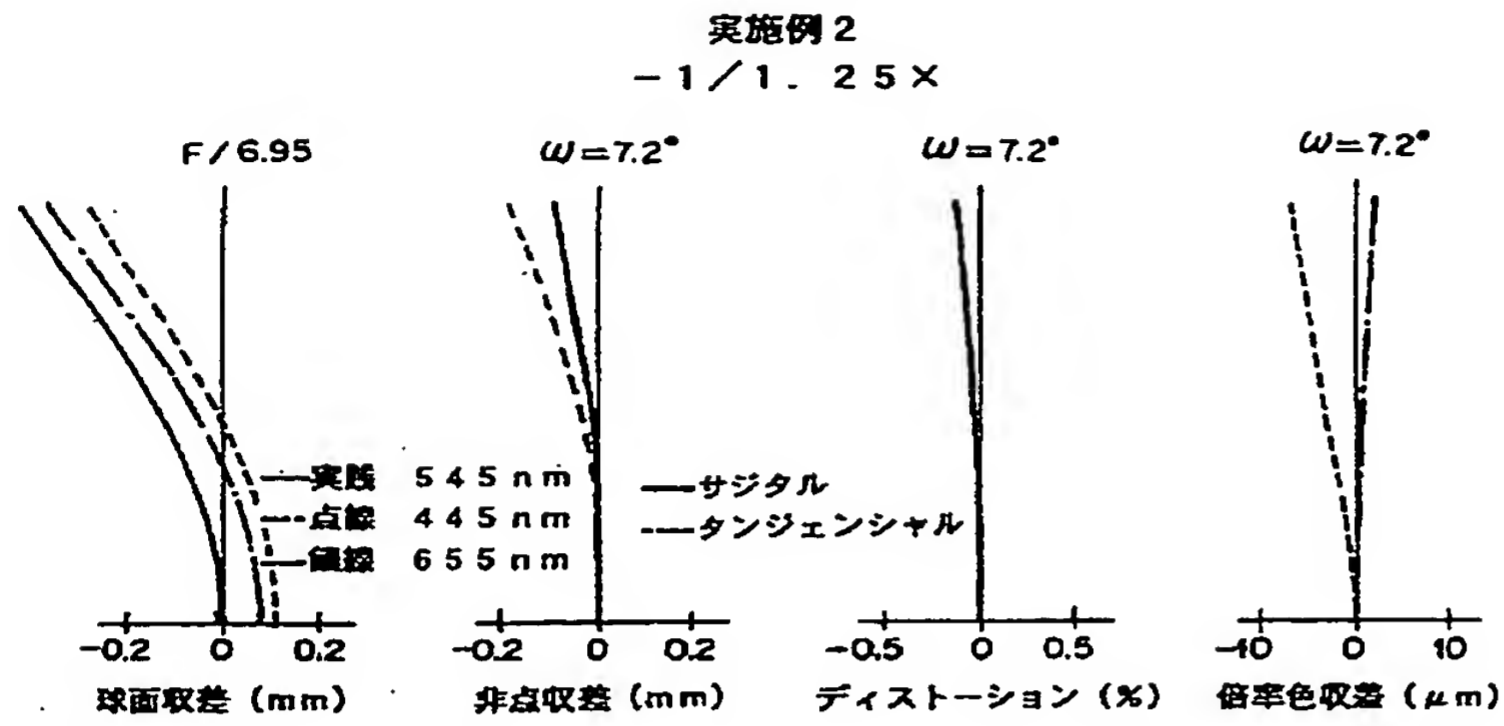
【図5】



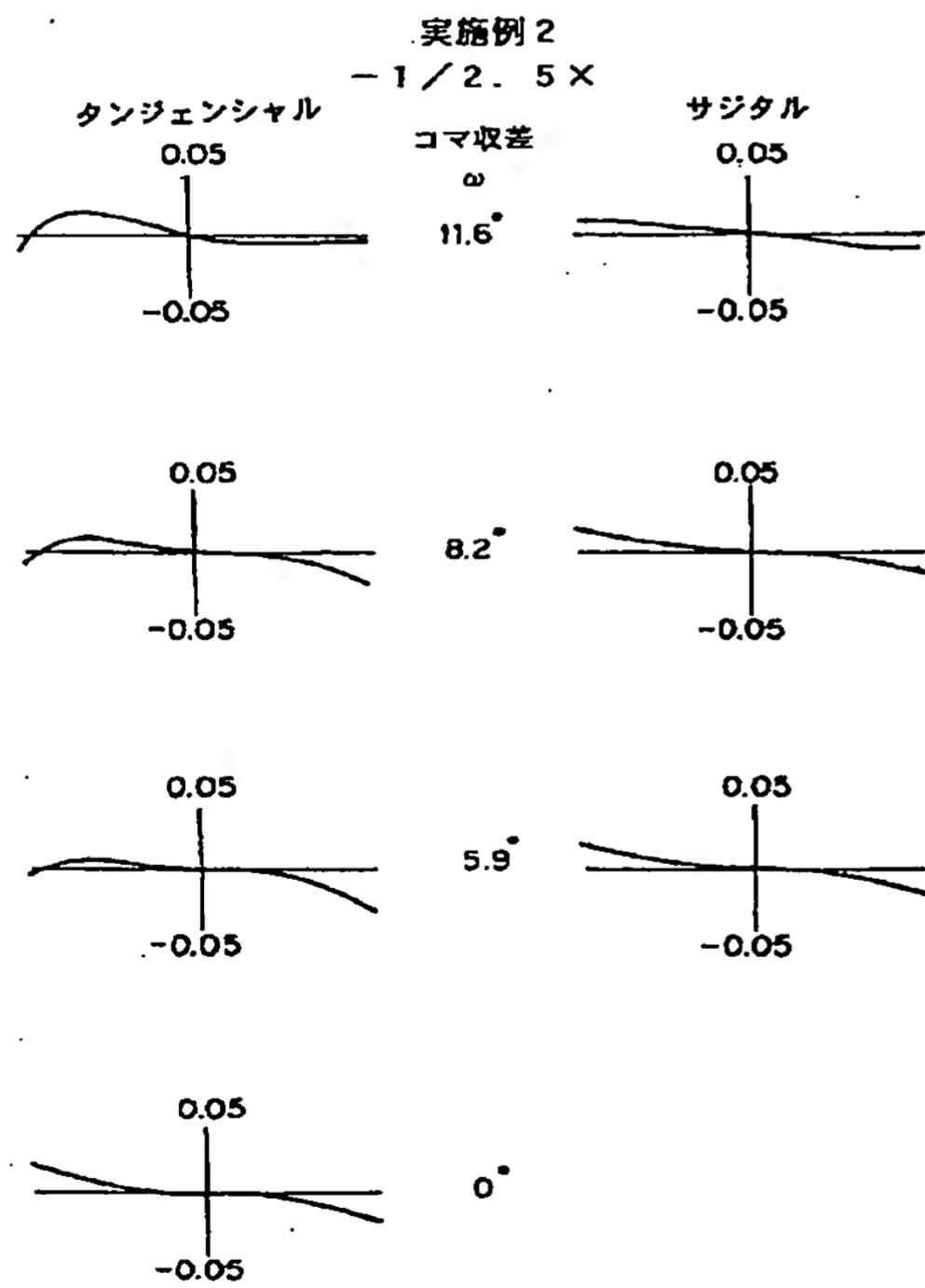
【図6】



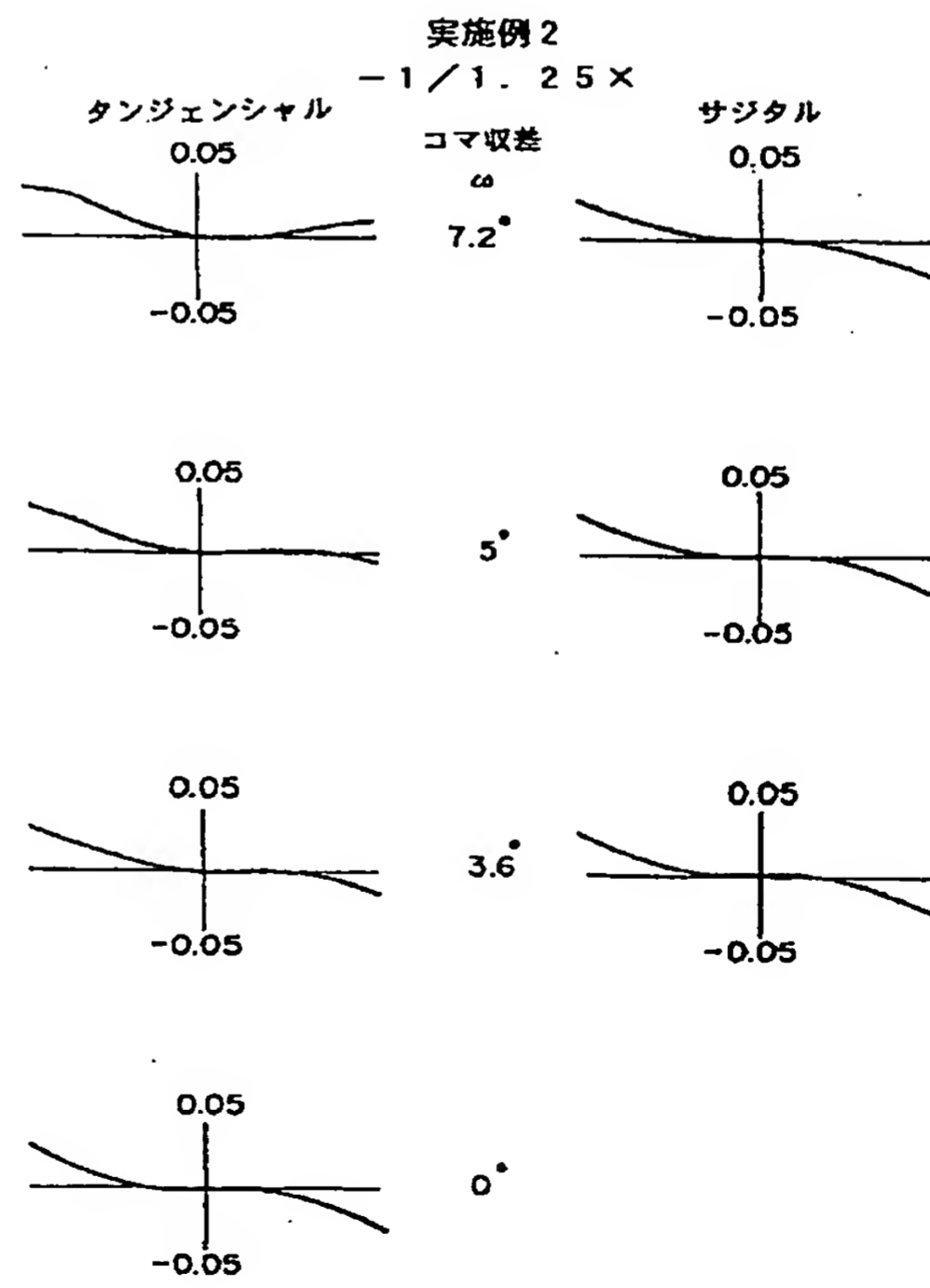
【図7】



【図8】

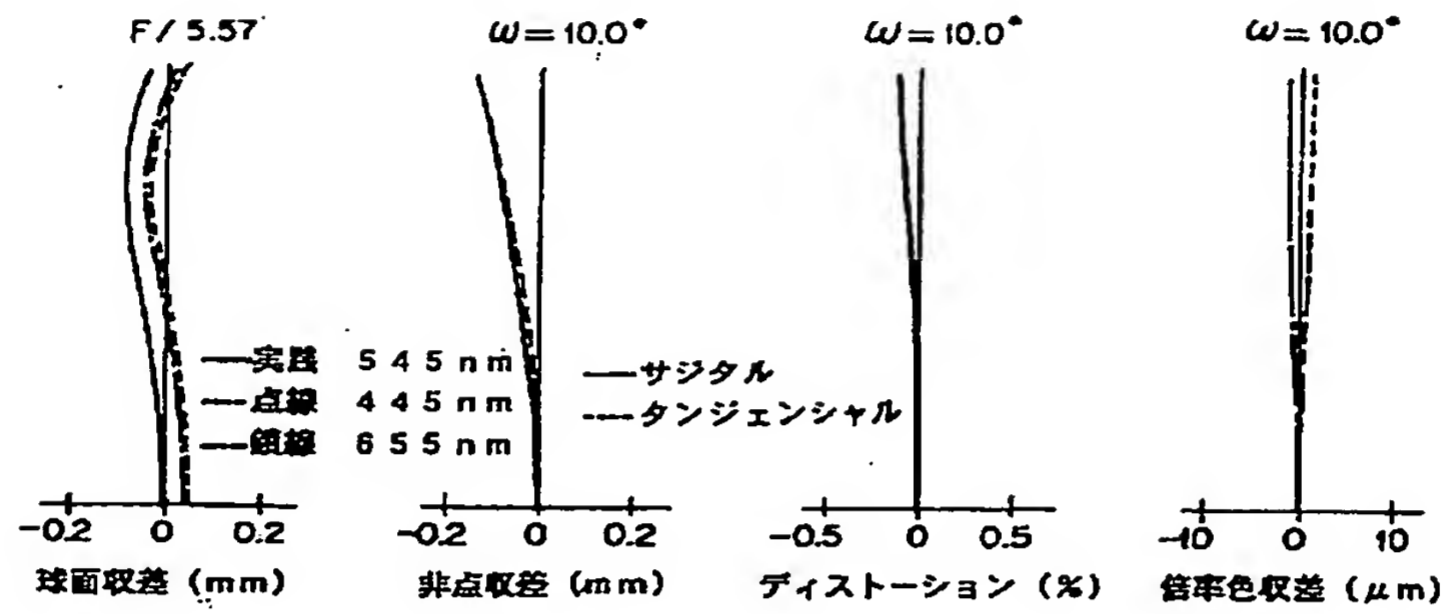


【図9】



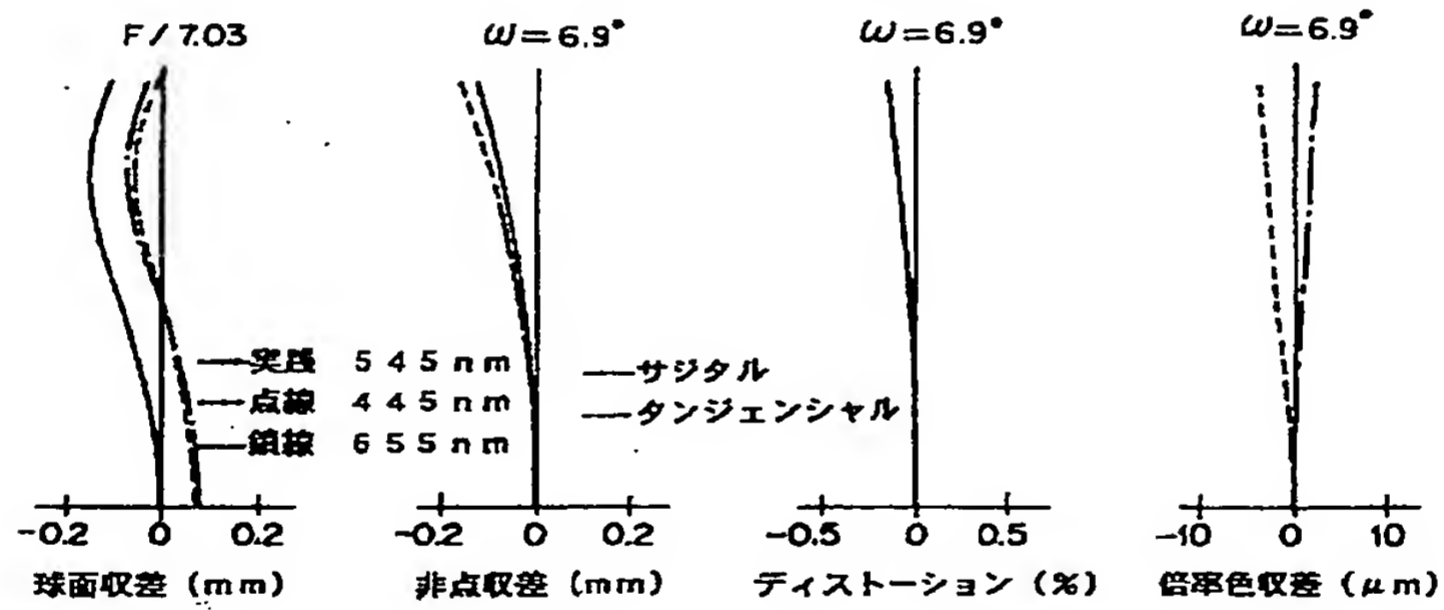
【図10】

実施例3  
-1/2.5X



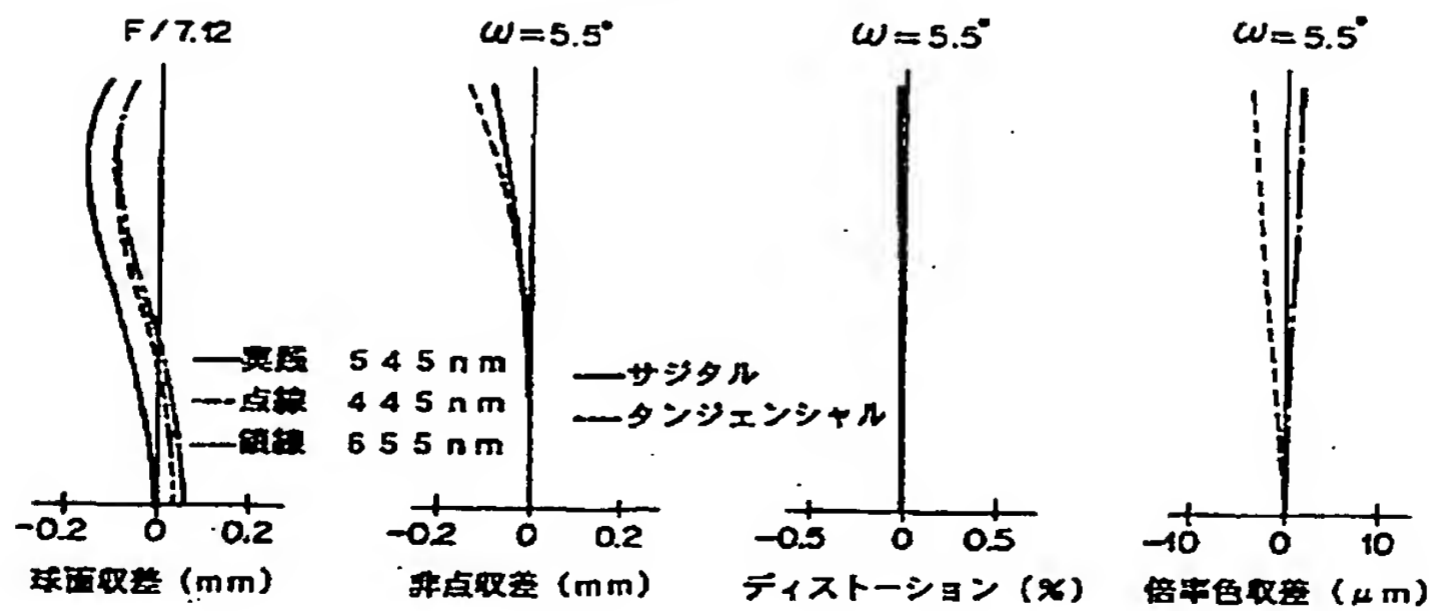
【図11】

実施例3  
-1/1.25X

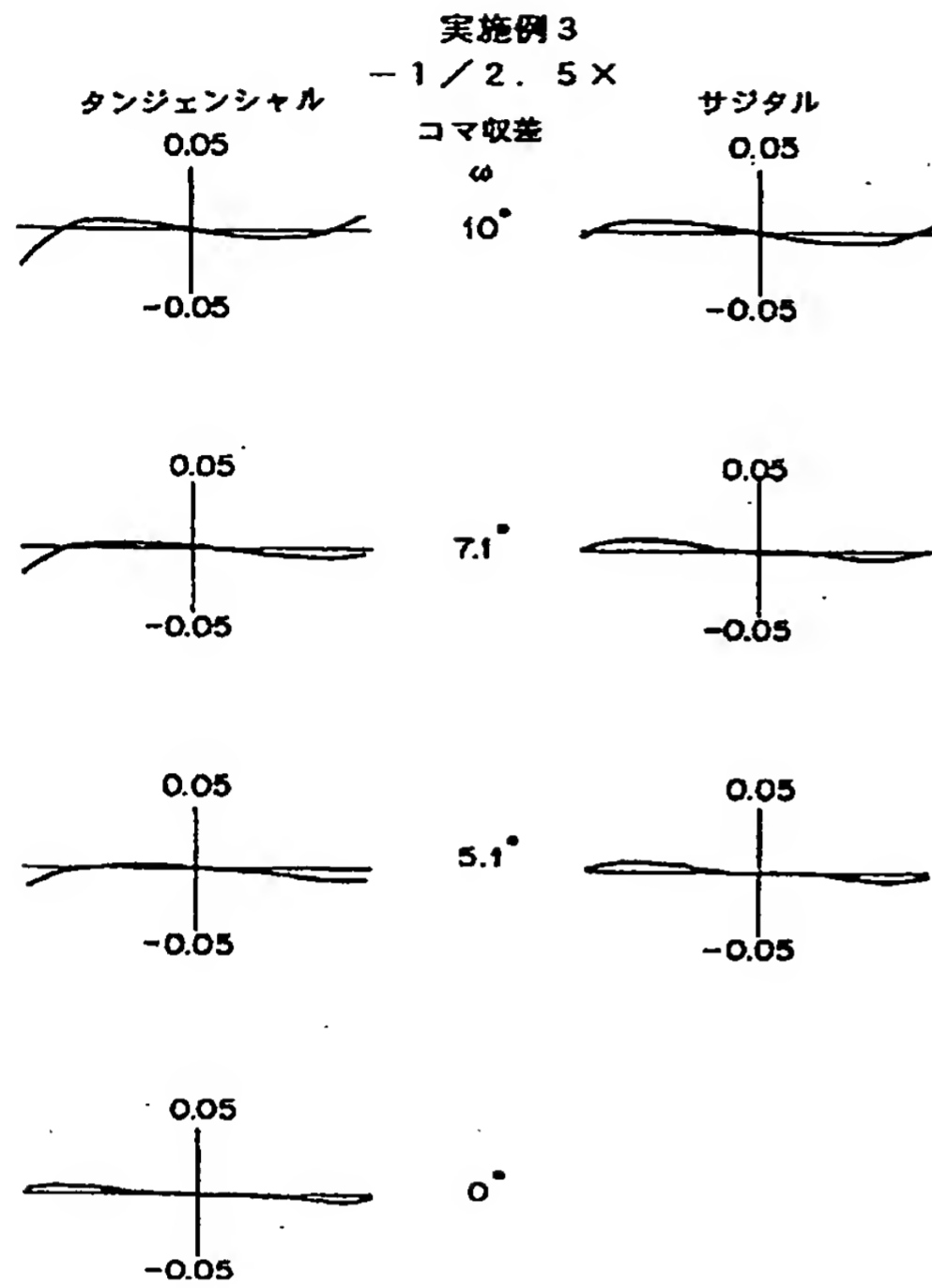


【図15】

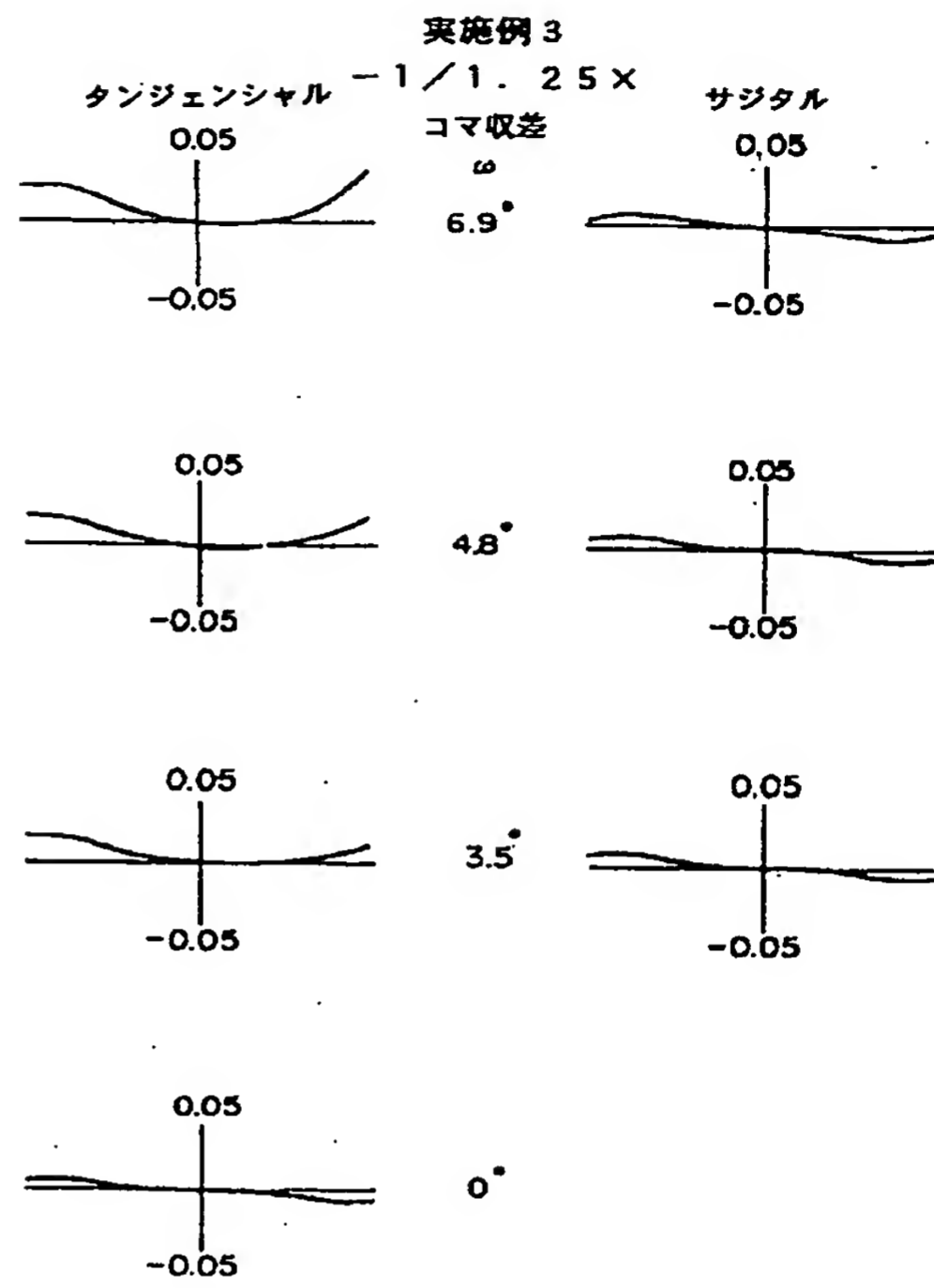
実施例4  
-1/1.25X



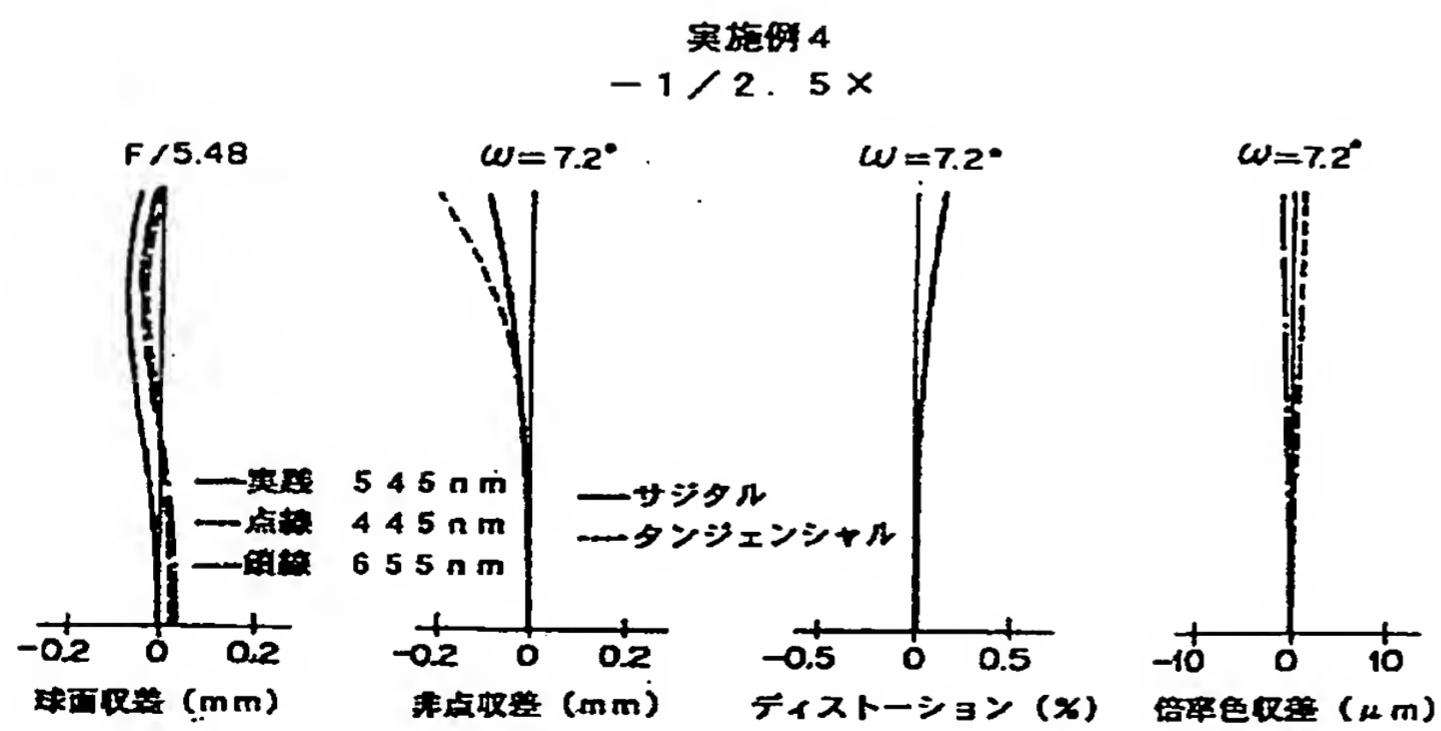
【図12】



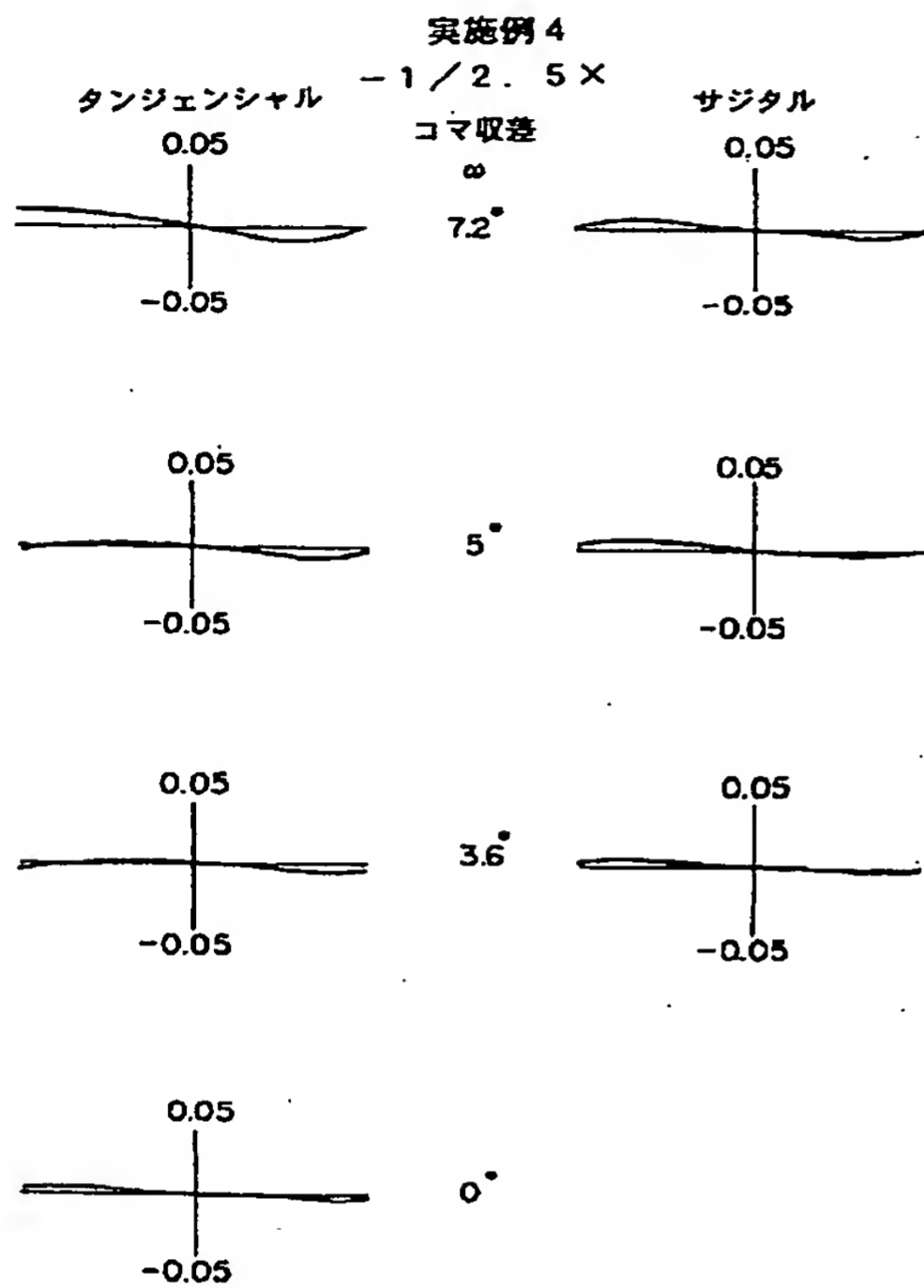
【図13】



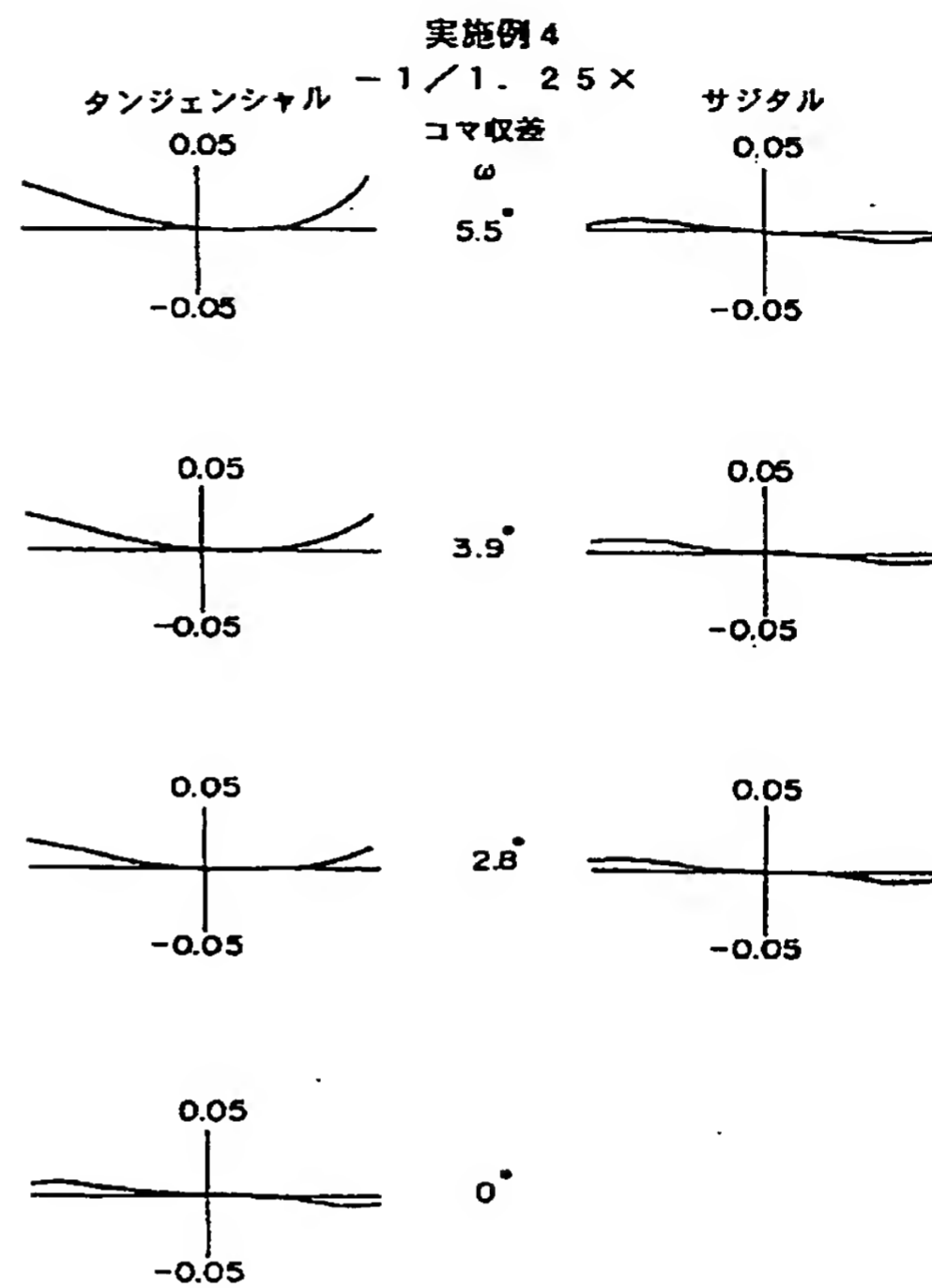
【図14】



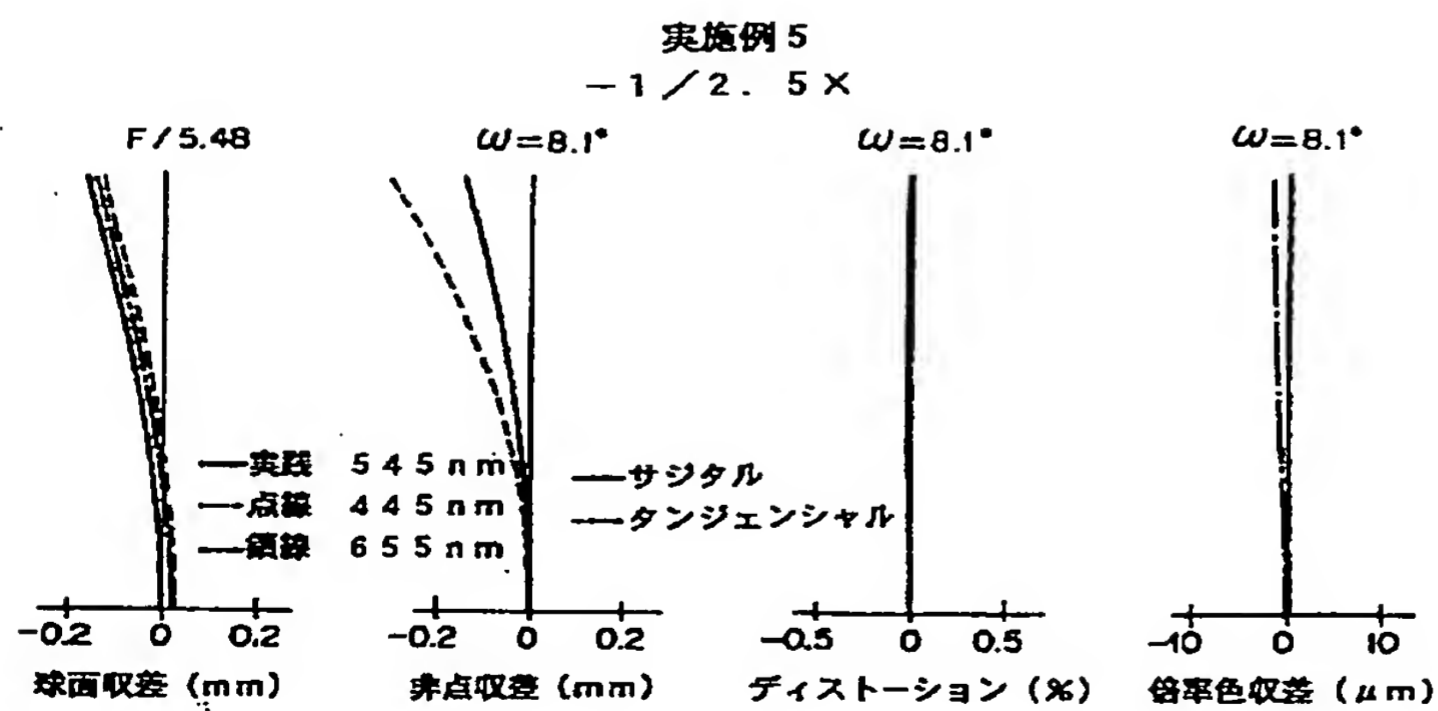
【図16】



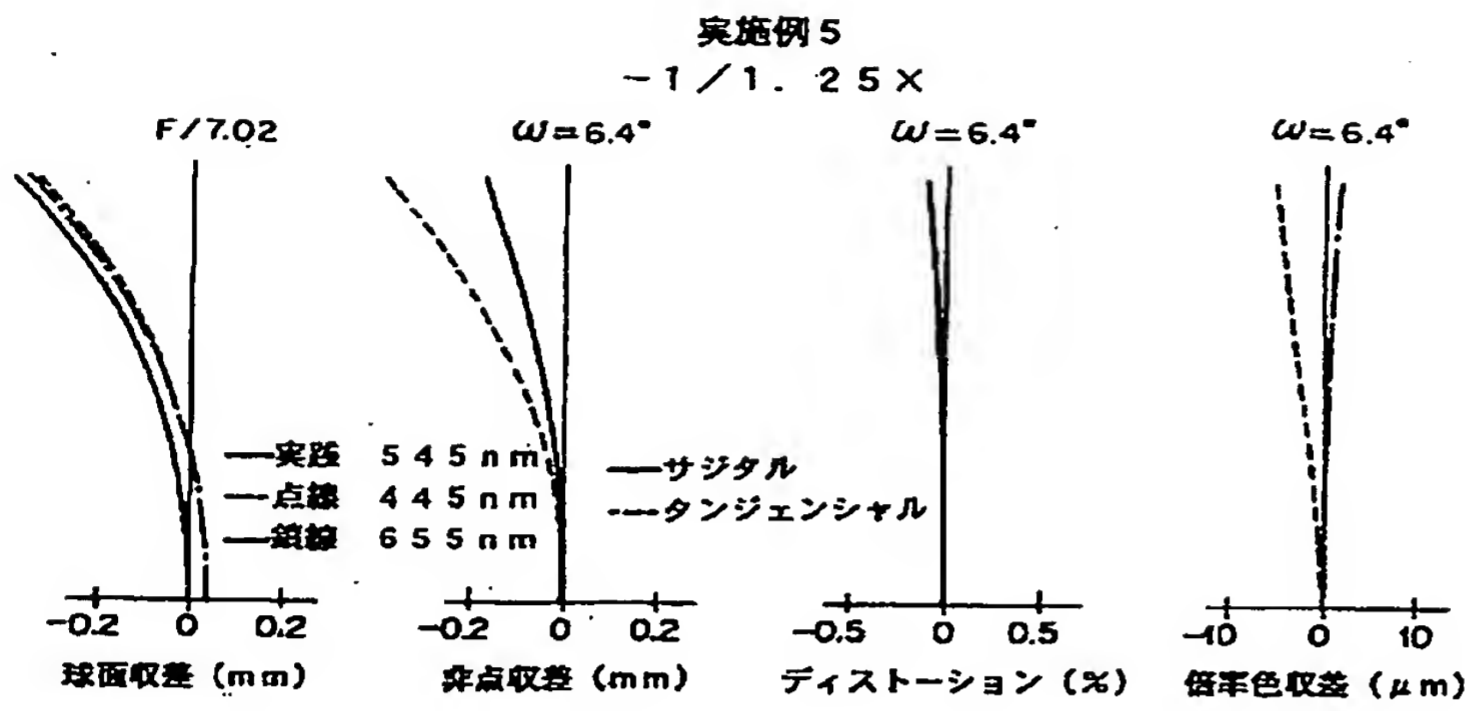
【図17】



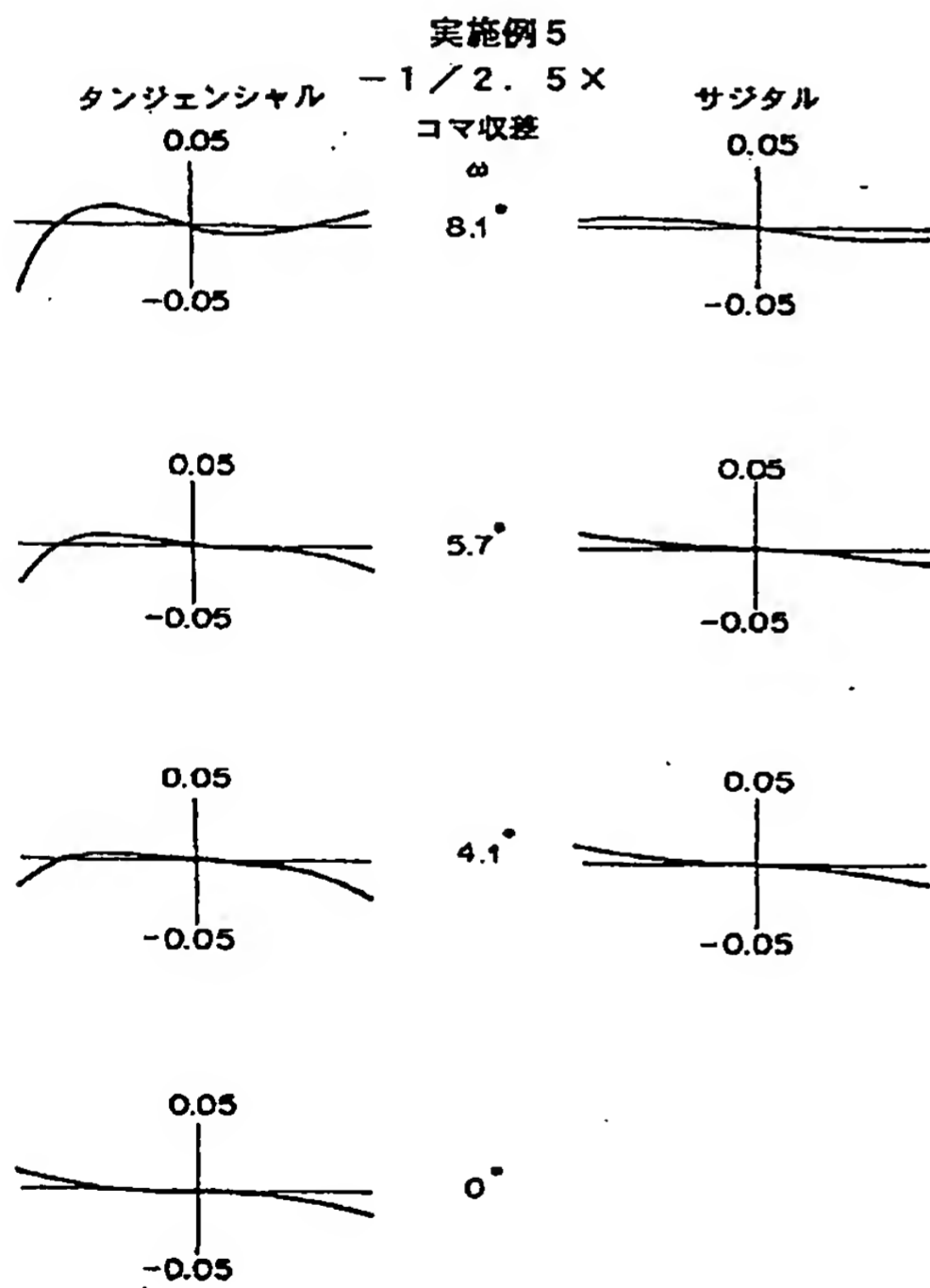
【図18】



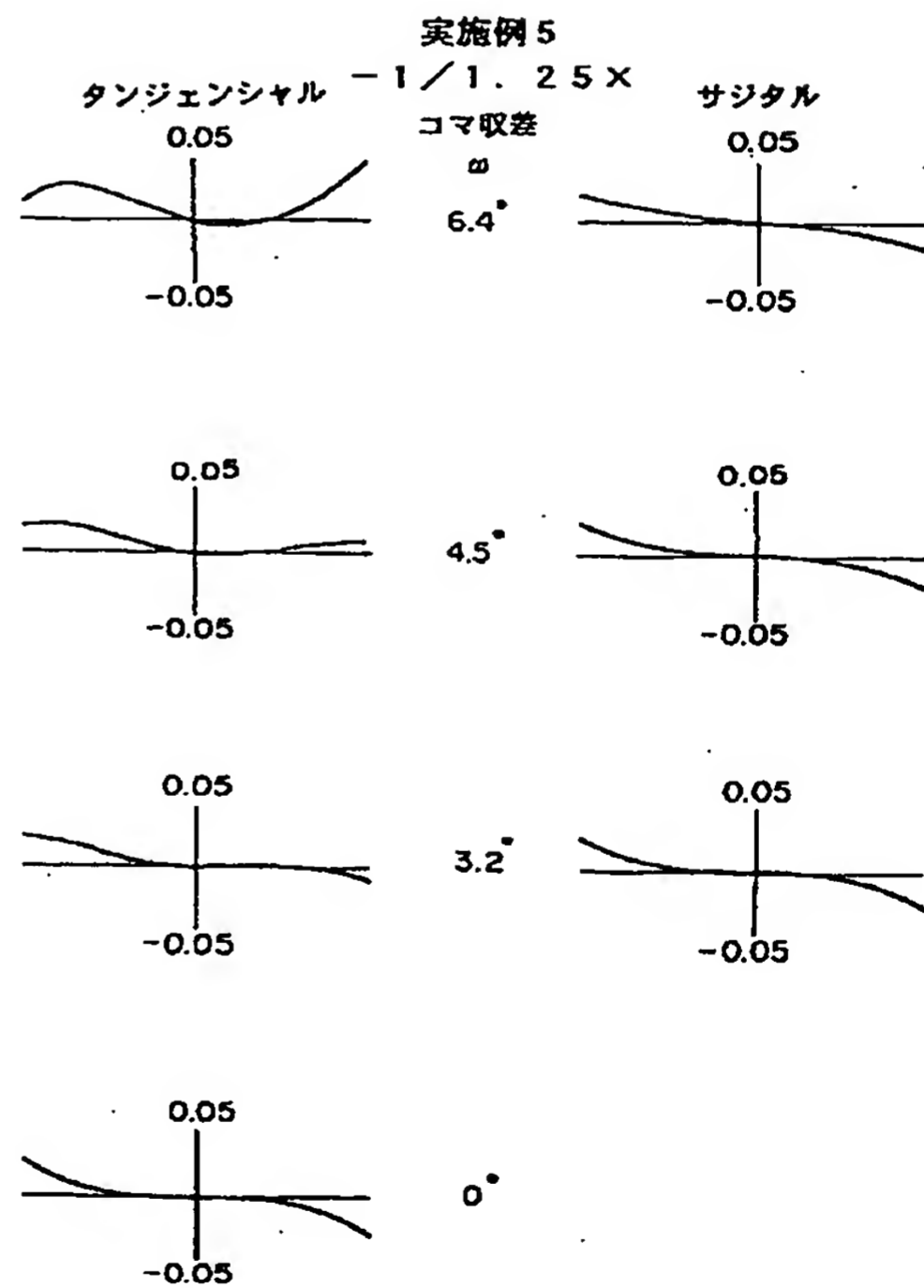
【図19】



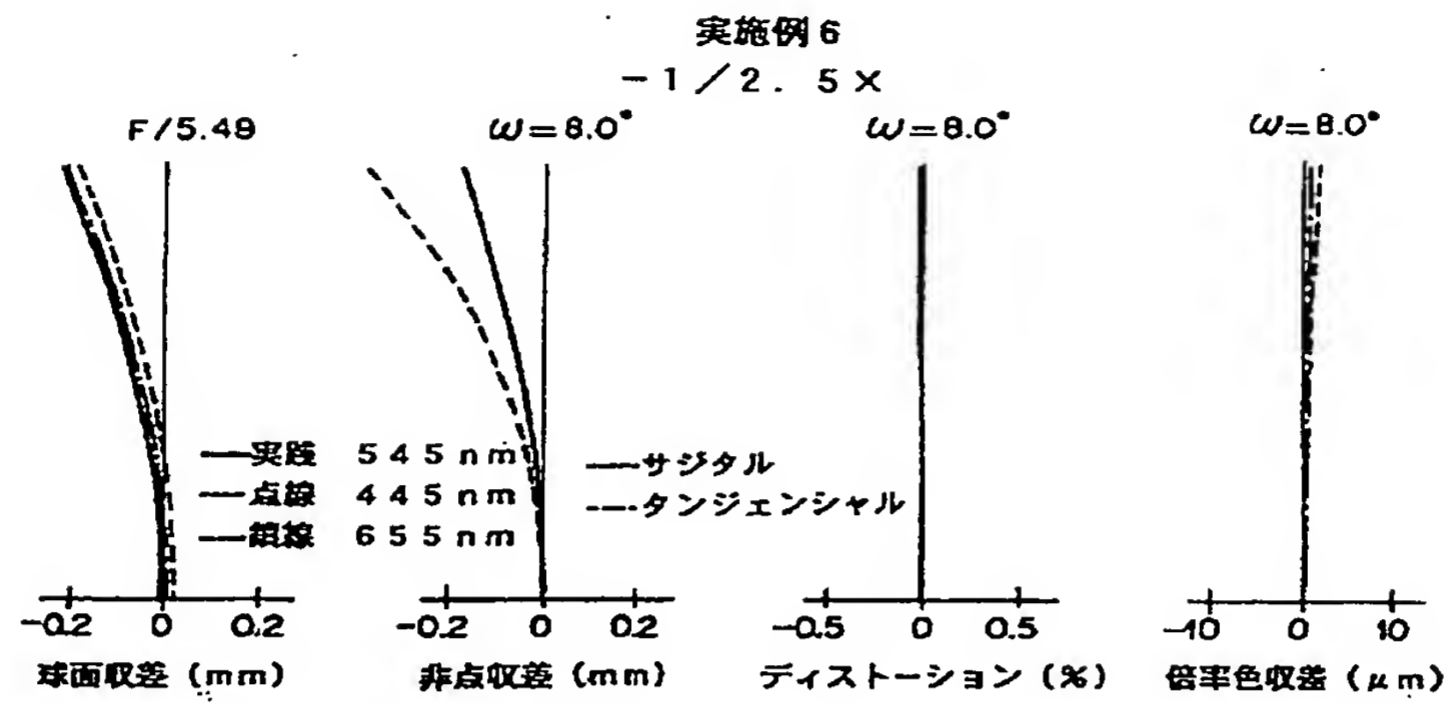
【図20】



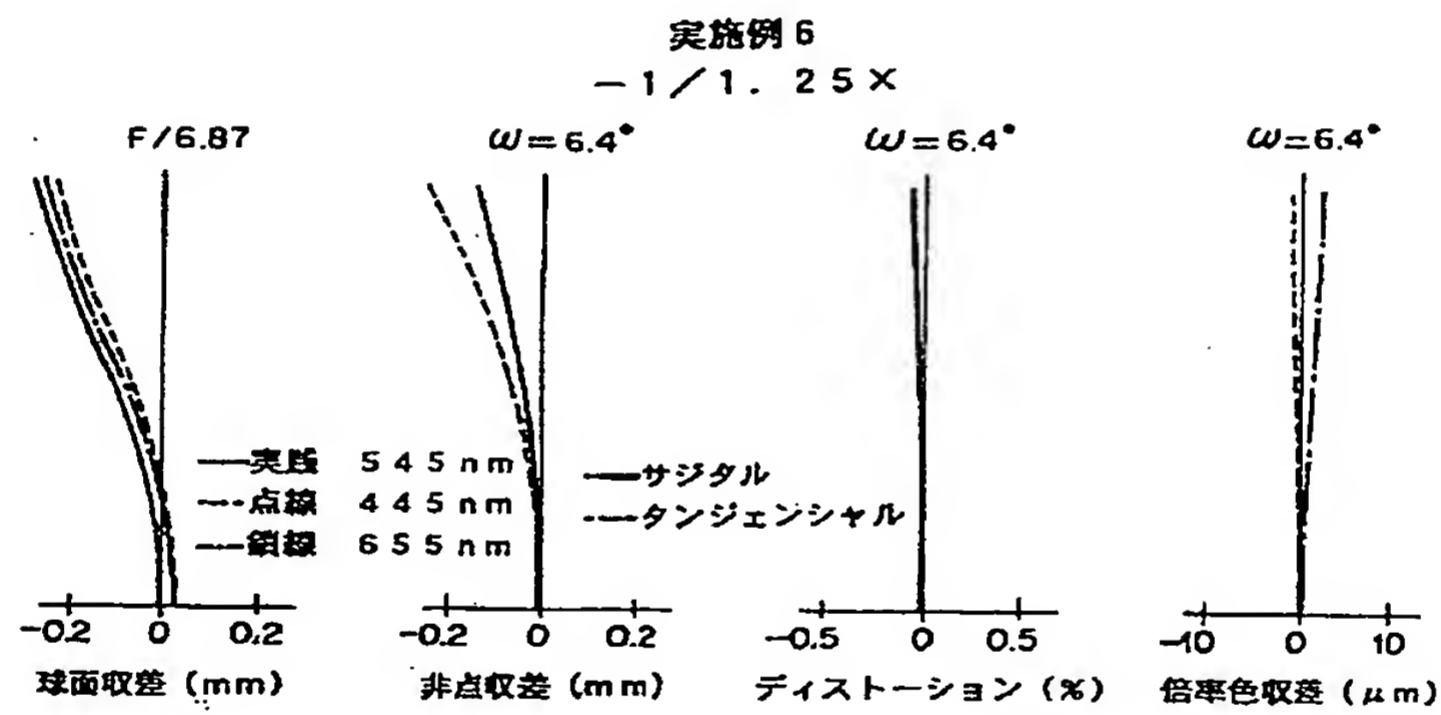
【図21】



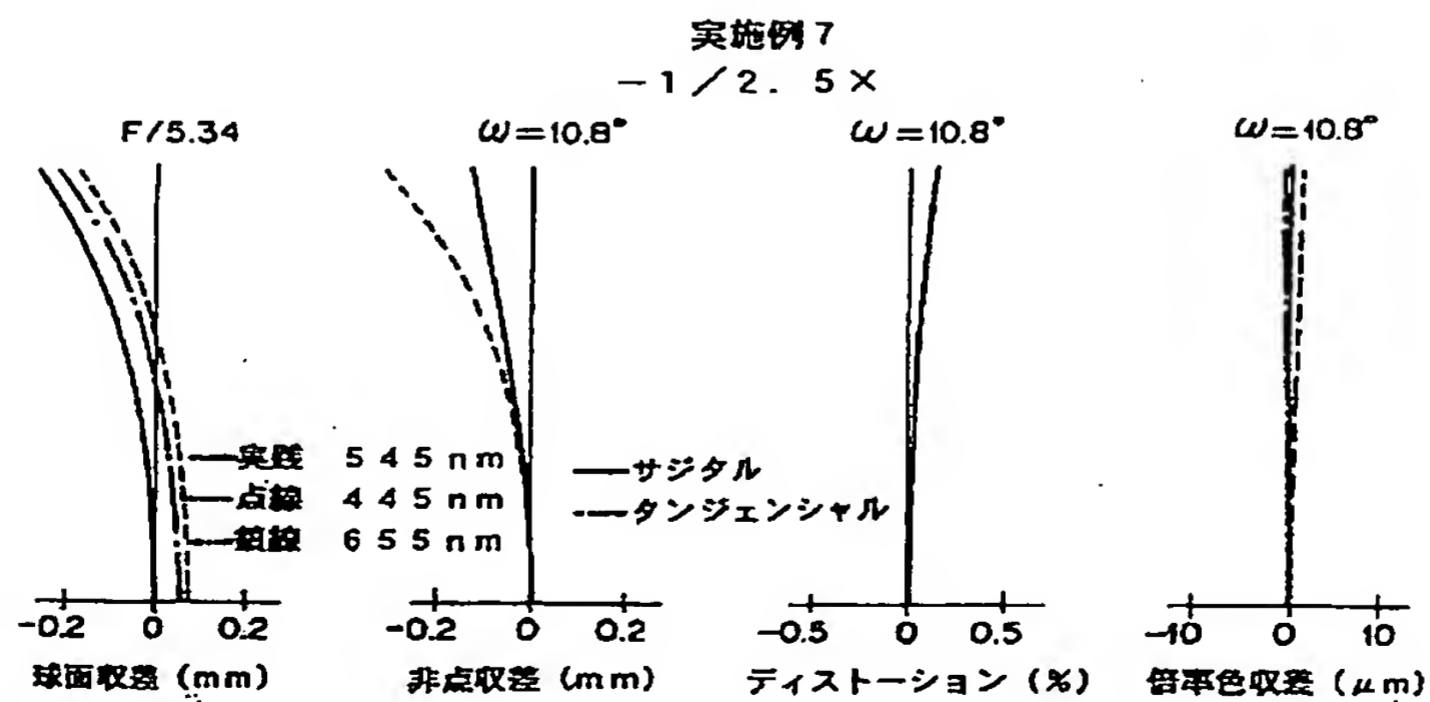
【図22】



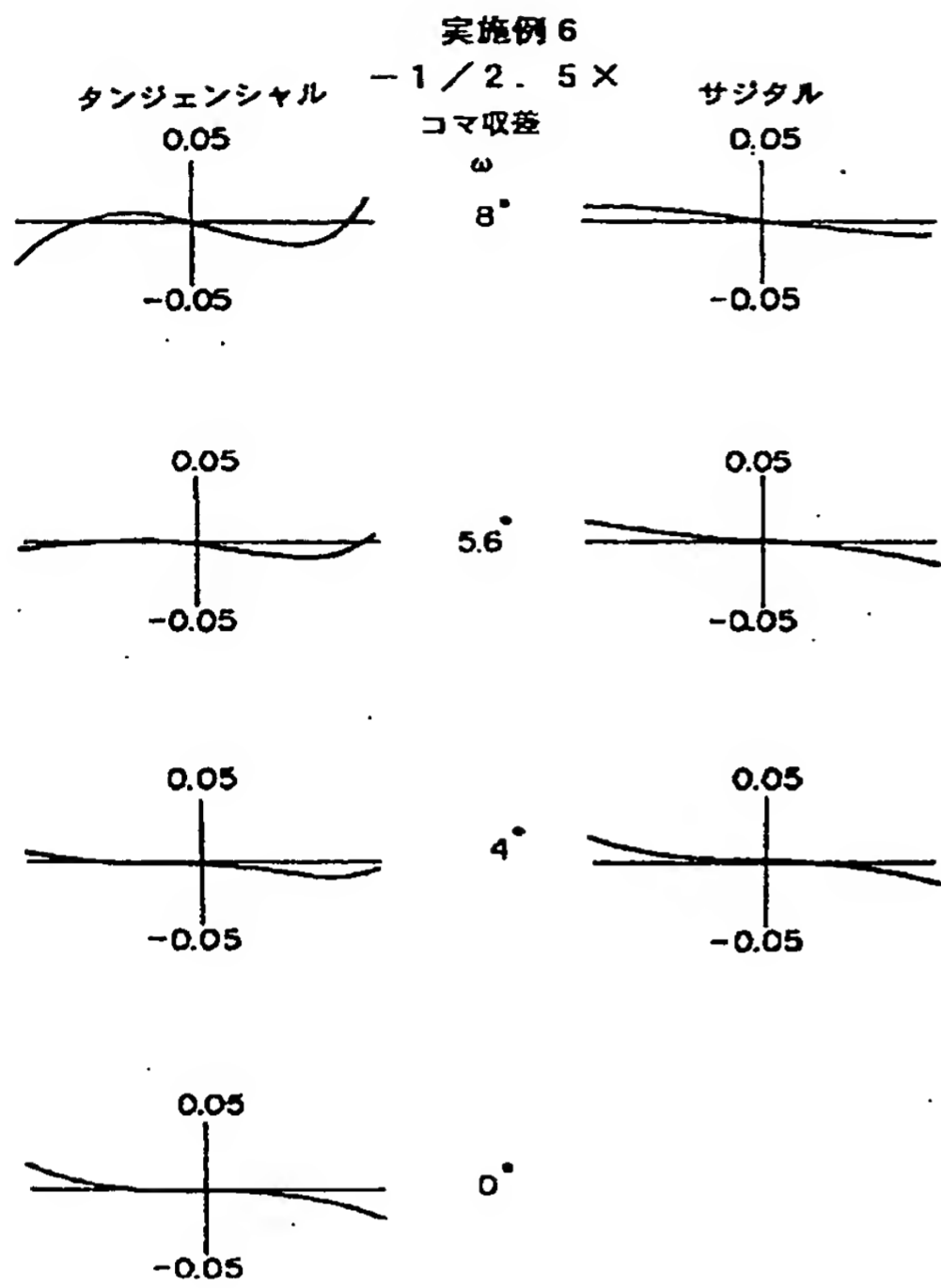
【図23】



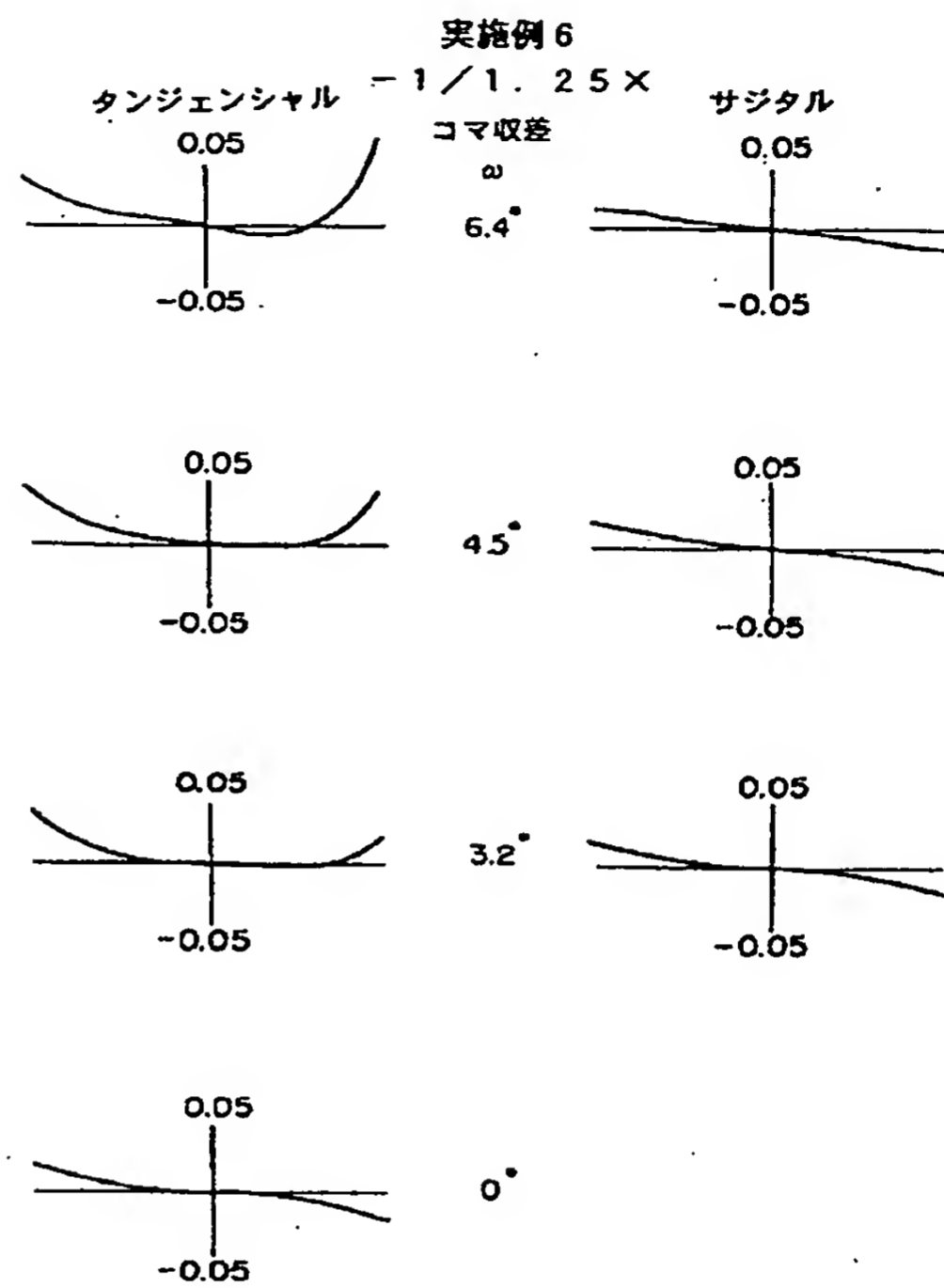
【図26】



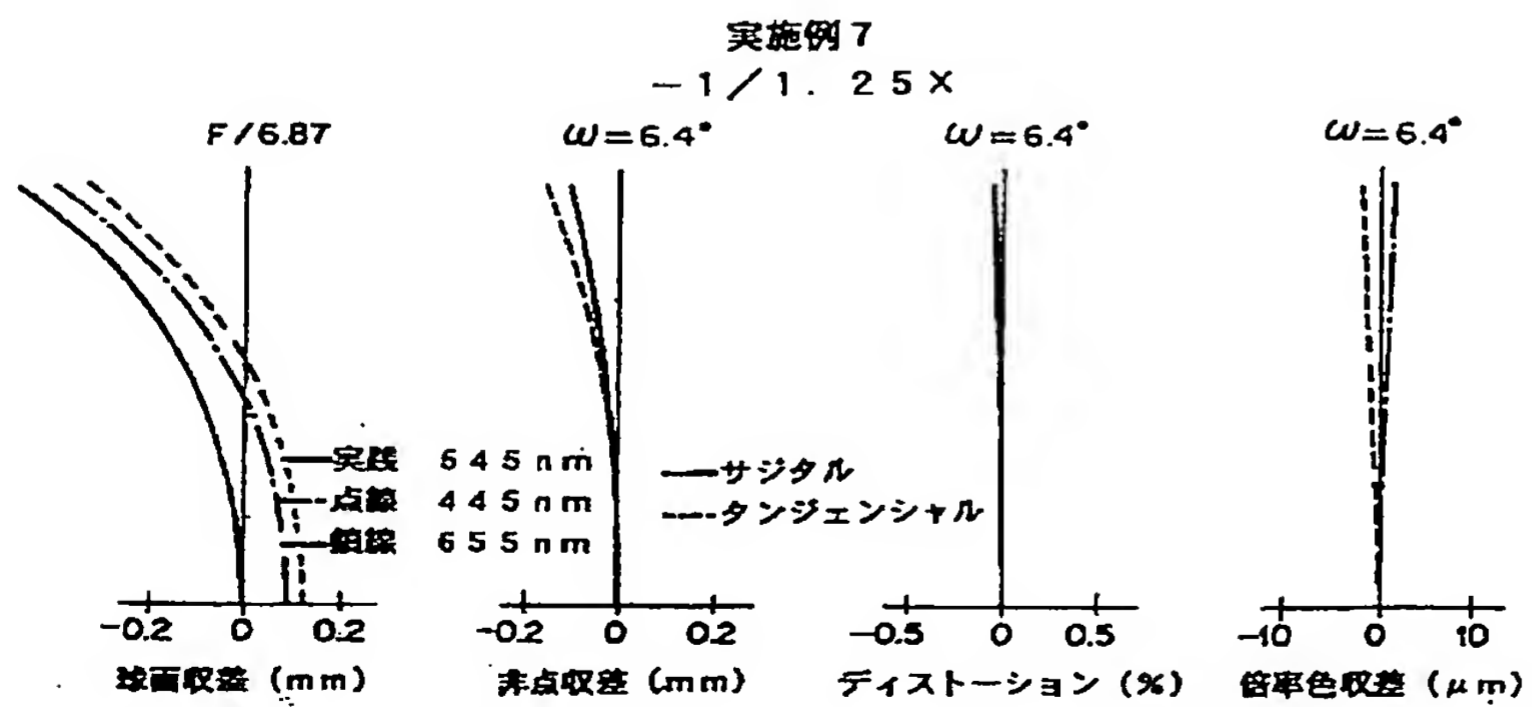
【図24】



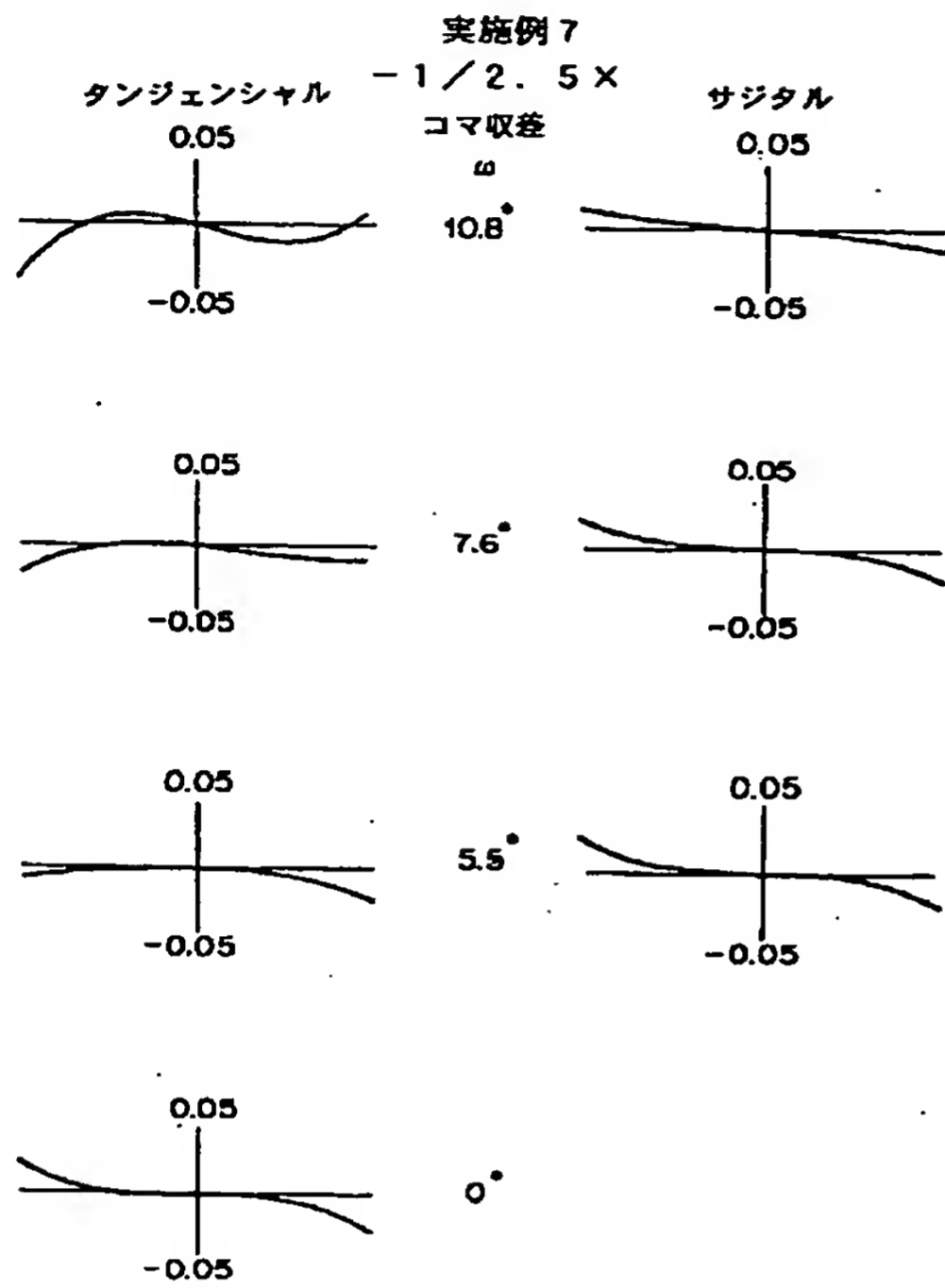
【図25】



【図27】



【図28】



【図29】

